Die

Sonnen- und Mondfinsternisse

in ihrem Verlaufe

oder

Anleitung

wie diese durch Rechnung oder Zeichnung

zu ermitteln sind.

Allgemein fasslich dargestellt und durch Beispiele erläutert

von

Dr. **Adolph Drechsler,**

Mitvorsitzendem der mathem.-physic. Sect. der Isis zu Dresden, Mitglied der k. naturf. Ges. zu Moscau, der Soc. d'Accl. ebendaselbst, der k. k. geol. Reichs-Anst. zu Wien, der Soc. Lin. zu Lyon, der naturf. Ges. zu Emden, der Hist. Ges. zu Basel, der Ges. für Natur- und Heilkunde zu Dresden, der Isis zu Bautzen, etc. und Lehrer der Mathem. an der Handels-Schule zu Dresden.

Mit 9 Tabellen, 6 Steintafeln und in den Text eingedruckten Holzschnitten.

DRESDEN.
Verlagsbuchhandlung von Rudolf Kuntze.
1858.

Anhang.

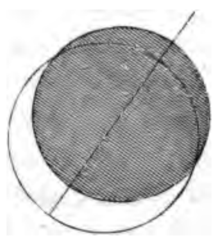
Die Sonnen- und Mondfinsternisse

27. Februar 15. März **1858** 24. August 7. September



OXFORD.

15. März



DRESDEN.

Vorwort.

Es gewährt einen erhebenden Genuss, astronomische Rechnungen zu machen und die Resultate derselben mit den Ergebnissen der zugehörigen Beobachtungen zu vergleichen. Nur wenige Freunde astronomischer Studien überschreiten die Grenzen der allgemeinen Anschauungen, Erklärungen und Erörterungen in Betreff der Erscheinungen am Himmel, um das Gebiet der speciellen Berechnungen derselben zu betreten. Man vermuthet zu grosse Schwierigkeiten in letzteren und erblickt auch in der That ein sehr umfangreiches Material in den Büchern der rechnenden Astronomie, welches nur mit Anstrengung und Ausdauer vollständig bewältigt werden kann. Einzelne Capitel aus der rechnenden Astronomie als in sich abgeschlossene Theile bearbeitet, astronomische Monographien mit durchsichtiger Klarheit und zweckdienlicher Vollständigkeit in möglichst einfacher Form, gewähren den Vortheil, dass auch diejenigen Freunde der Astronomie, welche den ganzen Bereich der rechnenden Astronomie nach allen Richtungen hin zu durchforschen, aus Mangel an Zeit, nicht vermögen, leichter für diesen Theil der Wissenschaft gewonnen werden, und dadurch oben angedeuteten Genuss sich verschaffen und auch wohl der praktischen Astronomie selbst nützlich werden können. Ausgeführte astronomische Berechnungen erregen immer das Verlangen die zugehörigen Beobachtungen anzustellen, sie beleben das Interesse für die praktische Astronomie und erhalten dasselbe lebendig; Beobachtungen ohne vorhergegangene oder nachfolgende Berechnungen ermüden die Liebhaber der Astronomie sehr bald.

Um astronomische Aufgaben zu lösen, kann man in vielen Fällen an Stelle der Berechnung eine Zeichnung treten lassen. Das Verfahren, durch Construirung von Figuren auch in diesem Bereiche die Raum- und Zeitgrössen, die Lage von Punkten im Raume und von Momenten in der Zeit, zu bestimmen, diese graphische Methode

wurde in früherer Zeit häufiger in Anwendung gebracht als jetzt. Bei einiger Uebung wird die Beschäftigung mit diesen constructiven Darstellungen sehr unterhaltend und die durch dieselben gewonnenen Resultate enthalten namentlich in vorläufigen Untersuchungen für anzustellende Beobachtungen hinreichende Genauigkeit. Früher, als die astronomischen Instrumente weniger scharfe Beobachtungen zuliessen, mochten die Zeichnungen wohl mit gleicher Genauigkeit wie diese ihre Resultate liefern; jetzt, da die Instrumente sehr vervollkommnet worden sind, liegt die Schärfe der Beobachtung zwischen den Ergebnissen des Calculs und der Construction. Die Zeichnung dient auch zur Controle der Rechnung, sie schützt hauptsächlich gegen grobe Fehler.

Bei der Betrachtung des Vorganges und bei der Aufstellung der Regeln für die Zeichnung oder Berechnung der Sonnenfinsternisse bin ich, so viel es sich thun liess, von dem Einfacheren zu dem Zusammengesetzteren, von dem Leichteren zu dem Schwierigeren allmählig fortgeschritten und habe mich hier bemüht, selbst auf Kosten der Kürze, möglichst allgemein verständlich darzustellen.

Ungeachtet der sorgfältig wiederholten Durchsicht der Revisionsbogen ist doch eine an einen unrechten Ort gekommene Zahl stehen geblieben. Auf S. 104, wo die aus den vorhergehenden Rechnungen gewonnenen Resultate zusammengestellt sind, muss es heissen: „Ende der Finsterniss überhaupt $3^h\ 24^m\ 34^s$, Dauer derselben $5^h\ 7^m\ 16^s$" anstatt „Ende der Finsterniss $5^h\ 7^m\ 16^s$". Der aufmerksame Leser würde dies sogleich selbst als einen Druckfehler aufgefasst haben, da wenige Seiten vorher diese Zahlen durch die Berechnungen gefunden worden sind; aber bei einer flüchtigen Durchsicht könnte man leicht hier einen Rechnungsfehler vermuthen, und gegen diese Auffassung wollte ich mich verwahren, daher erwähne ich dies hier.

Um durch das Vorwort nicht blos dem Verfasser des Büchleins sondern auch dem Leser desselben zu nützen, will ich noch einige geschichtliche Bemerkungen über die Sonnen- und Mondfinsternisse mittheilen.

Montucla sagt in *„Histoire des Mathematiques, etc. Paris 1758 I. S. 64 f.* Obgleich weniger astronomische Denkmale von den Egyptern als von den Chaldäern auf uns gekommen sind, so haben

wir doch kein Recht anzunehmen, dass jene weniger die Erscheinungen am Himmel beobachtet haben als diese. Verschiedene Gründe lassen uns glauben, dass ihre Arbeiten in der Astronomie kaum weniger alt sind. Sie hatten in ihren Annalen 373 Sonnenfinsternisse und 832 Mondfinsternisse aufgezeichnet, welche vor Alexander eingetreten waren. *(Diog. Laer. in proem.)* Es ist dies wohl das Verhältniss, welches zwischen der Anzahl Sonnen- und Mondfinsternisse stattfindet, die über einem und demselben Horizont erblickt werden, und diese Bemerkung scheint zu beweisen, dass diese Finsternisse nicht erdichtet, sondern wirklich beobachtet worden sind. Allein der Zusatz, dass diese Erscheinungen in 48853 Jahren sichtbar gewesen seien, ist eine ungeschickt gemachte Fabel, denn diese Anzahl Finsternisse musste innerhalb 12 bis 13 Jahrhunderten statthaben. Es scheint demnach die Epoche der ersten egyptischen Beobachtungen bis in das 16. oder 17. Jahrhundert vor Chr. Geb. zurückzugehen. — *Aristoteles* (*de coelo I. II. 12)* macht bei der Besprechung einer Bedeckung des Merkur durch den Mond, welche er beobachtet hatte, die Bemerkung: „die Babilonier und die Egypter, welche seit einer langen Reihe von Jahren auf die Bewegungen der Gestirne aufmerksam gewesen sind, haben dieselbe Erscheinung und die Bedeckungen anderer Sterne durch den Mond sehr häufig beobachtet. Man weiss, dass Conon, der Freund des Archimedes, die von den Egyptern gemachten Beobachtungen der Sonnenfinsternisse zusammengestellt hat, und es ist der Verlust dieser Arbeiten, von welchen auch keine Spur für uns geblieben ist, sehr zu bedauern, und man muss sich wundern, dass *Ptolemaeus,* welcher doch zu Alexandrien lebte und beobachtete, derselben weder Erwähnung thut noch von ihnen Gebrauch macht. Die Egypter hatten wahrscheinlich Methoden, die Finsternisse zu berechnen, mögen nun dieselben den unsrigen, (was jedoch weniger anzunehmen ist) oder denjenigen der Indier ähnlich gewesen sein. Man kann vermuthen, dass *Thales* die Mittel, eine Sonnenfinsterniss vorauszusagen von den Egyptern erhalten habe. Die von Thales vorherbestimmte Sonnenfinsterniss ist diejenige, welche eintrat als Cyaxares, König der Meder und Aliathes, König der Lydier eine Schlacht liefern wollten. Nach der Berechnung von Riccioli geschah dies im Jahr 585 vor Chr. Geb.

der Astrologie" neben dieser viele andere astronomisch-geschichtliche Notizen mitgetheilt.

Kepler hat für die Berechnung der Sonnenfinsternisse die Methode der vorläufigen Ermittelung derselben für die Erde überhaupt in „Epitome Astronomiae Copernicanae, Pragae 1618" angegeben.

Tobias Mayer hat das Verfahren gelehrt, nach welchem man für einen gegebenen Ort die Sonnenfinsternisse berechnet. „Methodus facilis et accurata computandi eclipses solares in dato loco conspicuas. Gotting. 1775".

Die grösseren astronomischen Werke, welche auch die Anweisung zur scharfen Berechnung der Sonnenfinsternisse enthalten, sind in fast jedem neueren Lehrbuche der Astronomie übersichtlich zusammengestellt oder an den betreffenden Stellen citirt. Es möge hier nur ein weniger umfangreiches Buch: „Abriss der praktischen Astronomie von Dr. A. Sawitsch, Prof. der Astron. an der Kais. Universität zu St. Petersburg. Aus dem Russischen übersetzt von Dr. W. C. Goetze. Hamburg 1850", in welchem die genaue Berechnung der Sonnenfinsterniss am 28. Juli 1851 vollständig enthalten ist, Erwähnung finden. Auch in diesem Buche sind mehrere astronomische Werke genannt, in welchen numerische Beispiele von scharfen Berechnungen der Sonnenfinsternisse mitgetheilt werden.

Möge der Leser meines Büchleins ebenso grosse Freude darin finden, es zu benützen, wie ich bei der Abfassung desselben empfand, und meinem Streben freundlich gesinnt werden und bleiben!

Dresden im December 1857.

Dr. Adolph Drechsler.

Inhalt.

		Seite.
Cap. I.	Zur Veranschaulichung des Verlaufes einer Sonnenfinsterniss	1
	Das Licht. Die direkten und reflektirten Strahlen. Die Lichtberaubung und Lichtbedeckung	1
	Die Veranschaulichung der Sonnenfinsterniss mittels eines Ballons, einer Kugel und eines oder mehrerer Beobachter auf weitem ebenen Felde	6
	Die centrale Sonnenfinsterniss als genau totale oder ringförmige oder überschüssige	6
	Die Bestimmung der Grösse einer Sonnenfinsterniss	12
	Orientirung in den Himmelsgegenden. Randberührungen der Sonnen- und Mond-Scheibe	13
	Mehrere gleichzeitige Beobachter	16
	Die Kugel ist in Bewegung, die Beobachter und der Ballon bleiben in unveränderter Stellung	17
	Kugel und Ballon sind in Bewegung, die Beobachter behalten unverändert ihre Standpunkte	20
	Kugel, Ballon und Beobachter sind in Bewegung	22
	Nicht horizontal, sondern in schiefer Richtung gegen die Ebene des Feldes erfolgende Bewegung der Kugel	26
„ II.	Erörterungen über die Elemente, die Grenzen und die Wiederkehr der Sonnenfinsternisse	31
	Die Sonnenfinsternisse im laufenden Jahrhundert	53
„ III.	Graphische Darstellung der allgemeinen Sonnenfinsterniss	55
„ IV.	Berechnung der allgemeinen Sonnenfinsterniss in Näherungswerthen	86
„ V.	Graphische Darstellung des Anfanges, Endes und der Grösse der Sonnenfinsterniss für irgend einen Ort	107
„ VI.	Die stereographische Projection der Sonnenfinsternisse. Die Lambertsche Methode	125
„ VII.	Anwendung des Erdglobus zur Bestimmung des Fortschreitens der Sonnenfinsterniss auf der Erde	132

		Seite.
	Erklärungen und allgemeine Bemerkungen	132
	Einstellung des Globus für die zu ermittelnde Finsterniss	139
	A. Die Linie der centralen Finsterniss	143
	B. Die Linie der sechszolligen Finsterniss	145
	C. Die Linie der Grenze der Finsterniss überhaupt	146
Cap. VIII.	Berechnung der Finsterniss für einen gegebenen Ort	148
„ IX.	Berechnung des Ganges der Verfinsterung auf der Erde	151
„ X.	Berechnung des Anfanges, Endes, der Eintritts- und Austrittsstelle am Sonnenrand, der Grösse der Finsterniss für einzelne Oerter und des Anfanges und Endes derselben für eine Reihe von Oertern auf der Erde	154
„ XI.	Die Mondfinsterniss	161
	Allgemeine Bemerkungen über Mondfinsternisse	161
„ XII.	Die graphische Darstellung der Mondfinsternisse	168
„ XIII.	Die Anwendung des Erdglobus zur Bestimmung der Oerter der Erde, an welchen die Mondfinsterniss sichtbar ist	173
„ XIV.	Berechnung der Mondfinsterniss	176
	Sonnen- und Mondfinsternisse im Jahre 1858	179
	Mondfinsterniss den 27. Februar 1858	181
	Sonnenfinsterniss den 15. März 1858	184
	Mondfinsterniss den 24. August 1858	190
	Sonnenfinsterniss den 7. September 1858	193
Tabellen.		
I.	Rectascension und Positionswinkel der Sonne	199
II.	Unterschiede zwischen allgemeinen (S. 75) und geographischen Breiten	200
III.	Unterschiede zwischen allgemeinen (S. 80) und geographischen Längen	201
IV.	Geographische Breite. Verbesserte Breite	202
V.	Deklination der Sonne	203
VI.	Zeitgleichung	205
VII.	Verwandlung der Zeit in Bogen und des Bogens in Zeit	206
VIII.	Mittlere Zeit in Sternzeit und Sternzeit in mittlere Zeit	207
IX.	Geographische Länge und Breite von 160 Städten	208

Cap. I.

Zur Veranschaulichung des Verlaufes einer Sonnenfinsterniss.

Das Licht. Die direkten und reflektirten Strahlen. Die Lichtberaubung und Lichtbedeckung.

Die Sonne ist ein an sich heller und leuchtender Körper. Den dunklen Sonnenkern umgiebt eine Lichthülle, die Photosphäre, welche die Kraft besitzt, Licht auszusenden oder Licht zu verursachen. Ueber die Natur dieses Lichtes sind die Ansichten getheilt; Einige behaupten, bei der Lichtverbreitung sonderen sich kleine Theilchen von der Sonnenphotosphäre ab und strömen in den Weltenraum aus, sie emaniren in den Weltenraum (daher der Name: Emanationstheorie); die Anderen meinen, die Lichtverbreitung entstehe nicht durch Aussendung von kleinen Massentheilchen, sondern nur durch eine von der Sonnenphotosphäre verursachte Erschütterung des Weltäthers, das Aethermeer werde in wellenförmige Bewegung versetzt, es undulire (daher die Benennung: Undulationstheorie), diese Wellen pflanzen sich fort bis in das Auge, und bringen hier die Wirkung hervor, welche wir Lichtempfindung nennen. Beide Theorien stimmen darin überein, dass der Gang der Lichtstrahlen, mögen dieselben in ausgesendeten Lichttheilchen oder in fortschreitender Wellenbewegung ihren Wesensbestand haben, in geradliniger

Richtung geschehe. Diese geradlinige Fortschreitung der Lichtstrahlen, diese allgemeine Eigenschaft des Lichtes, nach welcher jeder leuchtende Punkt in geradliniger Richtung vom sehenden Auge empfunden wird, wenn sich kein Hinderniss dazwischen stellt, ist nothwendig für die Entstehung der Verfinsterungen.

Die Erde und der Mond sind an sich dunkle Körper, sie besitzen aber die Fähigkeit, durch die Strahlen der Sonne erleuchtet zu werden und dann erhellt zu erscheinen.

Die Erhellung, welche die Sonne bewirkt, entsteht entweder durch direkte oder durch reflektirte Strahlen. Bei der Erleuchtung mittels direkter Strahlen ist die Sonne selbst an dem erleuchteten Orte sichtbar, es findet daselbst heller Sonnenschein statt. Bei der Erleuchtung der Erde mittels reflektirter Strahlen ist an dem erleuchteten Orte die Sonne selbst nicht sichtbar; die Strahlen der Sonne gelangen zunächst direkt an irgend einen Körper, z. B. an den Mond, an einen Planeten, an die Lufttheilchen, welche die Erde umgeben, oder an irgend welche Theile der Erdoberfläche, und von diesen werden dieselben zurückgeworfen, reflektirt. Diejenigen Gegenstände, zu welchen solche reflektirte Lichtstrahlen gelangen, sind in verschiedenem Grade geringer erhellt, als die durch direkte Sonnenstrahlen erleuchteten Dinge, aber es findet bei ihnen doch nicht absolute Finsterniss, nicht Mangel jeglichen Lichtes statt.

Bei Vollmond ist die ganze der Erde zugewendete Seite des Mondes von direkten Strahlen der Sonne erleuchtet und diese Strahlen werden von der Mondoberfläche auf die Erde reflektirt. Bei Neumond ist dem Monde die von der Sonne erleuchtete Erdhälfte zugewendet; es reflektirt die Erde die anprallenden direkten Sonnenstrahlen nach dem Monde hin, und die an sich dunkle, von der Sonne abgewendete Neumondscheibe wird durch das von der Erde reflektirte Licht in ähnlicher Weise erhellt, wie vom Vollmonde die Nachtseite der Erde, und wir sehen dieses „aschgraue Licht“ des Mondes als doppelt reflektirte Lichtstrahlen.

Wenn zu einem Himmelskörper, welcher an und für sich dunkel ist und von der Sonne erleuchtet oder erhellt wird, zu einem Planeten oder Monde, die direkten Sonnenstrahlen nicht gelangen, weil ein anderer Himmelskörper zwischen der erleuchtenden Sonne und

den zu erleuchtenden Himmelskörper zu stehen kommt, so sagt man, dieser sei verfinstert. Die Verfinsterung entsteht also durch eine Entziehung der direkten Sonnenstrahlen.

Der Mond erscheint uns nur dadurch, dass, und nur in dem Theile, wo er direkte Sonnenstrahlen empfängt, wirklich erhellt. (Das aschgraue Licht des Mondes, welches wir zu und in der Nähe der Zeit des Neumondes erblicken, kann nur als ein matter Schein, nicht aber als eine wirkliche Erhellung bezeichnet werden.) Wenn nun diesen Sonnenstrahlen durch das Dazwischentreten eines Körpers gleichsam der Weg abgeschnitten wird zu dem Monde zu gelangen, so bleibt der Mond dunkel wie er ist, und kann von uns nicht gesehen werden. Kein anderer Mond oder Planet, mit Ausnahme der Erde, kann jemals zwischen Sonne und Erd-Mond zu stehen kommen, dass eine Mondverfinsterung dadurch für uns entstünde. Nur die Erde allein kann so zwischen Sonne und Mond treten, dass sie die Erleuchtung des ganzen Mondes oder eines Theiles desselben verhindert und er deshalb für die Erdbewohner gänzlich oder zum Theil unsichtbar wird. Alle Bewohner der Erde, welche zur Zeit einer Mondfinsterniss den Mond im Gesichtskreis haben, sehen die Abnahme der leuchtenden Mondfläche in gleicher Weise zu einer und derselben physischen *) Zeit.

---

*) Wenn man sagt: „zu einer und derselben Zeit“, so kann darunter verstanden werden, dass es überall zu derselben Tagesstunde geschehe, z. B. überall um Mittag 12 Uhr. Dies würde aber Unterschiede in der physischen Zeit bedingen; denn wenn es z. B. in Dresden Mittag 12 Uhr ist, so ist es in Berlin Vormittag 11 Uhr 58 Min. 37,1 Sek., in Leipzig Vorm. 11 Uhr 54 Min. 31,8 Sek., in Paris Vorm. 11 Uhr 14 Min. 23,1 Sek., in Petersburg Nachm. 1 Uhr 6 Min. 15,2 Sek. u. s. w., dasjenige, was überall zu derselben Tageszeit geschieht, tritt an verschiedenen Oertern zu verschiedenen physischen Zeitpunkten ein, z. B. in Berlin 1 Min. 22,9 Sek. später, in Leipzig 5 Min. 28,2 Sek. später, in Paris 45 Min. 36,9 Sek. später und in Petersburg 1 Stunde 6 Min. 15,2 Sek. früher als in Dresden. Sagt man aber: „zu einer und derselben physischen Zeit“, so ist darunter ein und derselbe Zeitmoment zu verstehen, es mögen die Uhren an den verschiedenen Oertern eine Tageszeit angeben, welche es auch immer sei. Es würde demnach z. B. „zu einer und derselben physischen Zeit“ sein, wenn genau eingestellte Uhren in Dresden Mittag 12 Uhr, in Berlin Vorm. 11 Uhr 58 Min. 37,1 Sek., in Leipzig Vorm. 11 Uhr 54 Min. 31,8 Sek., in Paris Vorm. 11 Uhr 14 Min. 23,1 Sek., in Petersburg Nachm. 1 Uhr 6 Min. 15,2 Sek. u. s. w. zeigten.

Der Mond wird an den Stellen seiner Oberfläche, welche den Blicken verschwinden, in der That lichtlos. Wenn bei einer Mondfinsterniss die Erde sich allmählig zwischen Sonne und Mond hindurchbewegt, und dadurch die Grenze der Verfinsterung auf der Mondscheibe allmählig fortschreitet, so entsteht derselbe Effekt, welcher entstehen würde, wenn die gelbe glänzende Farbe der Vollmondscheibe allmählig mit dem Dunkelblau des nächtlichen Himmels überstrichen würde: es wird der Verlauf der Mondverfinsterung nicht nur von Allen wahrgenommen, welche überhaupt den Mond zu dieser Zeit sehen können, sondern auch zu gleichen Zeiten in gleicher Weise die Zunahme der Verfinsterung erblickt.

Eine solche Uebereinstimmung in der Zeit und der Zunahme der Bedeckung der Sonnenscheibe durch die Mondscheibe findet bei sogenannten Sonnenfinsternissen nicht statt. Ich sage „sogenannten", weil hierbei in der That nicht die Sonne, sondern ein Theil der Erde verfinstert wird; die Sonne wird ihres Lichtes dabei nicht beraubt, sie behält dasselbe unverändert auch während des ganzen Verlaufes der Sonnenfinsterniss. Es tritt nur zwischen Sonne und Erde der Mond und entzieht dadurch einem Theil der Bewohner der erleuchteten Erdhälfte für die Zeit seines Dazwischentretens den Anblick der Sonne vollständig oder den Anblick eines Theiles derselben. Auch die Planeten Merkur und Venus können zwischen Erde und Sonne zu stehen kommen; allein sie bedecken nur einen sehr kleinen Theil der Sonnenscheibe, sie erscheinen hierbei stets als kleiner schwarzer Punkt, welcher vor der Sonnenscheibe vorüberzieht. Ein solches Vorüberziehen vor der Sonnenscheibe wird bei den beiden unteren Planeten „Durchgang" genannt, und bei dem Monde heisst die dadurch bewirkte Abhaltung der direkten Sonnenstrahlen von einem Theile der Erdoberfläche „Sonnenfinsterniss".

Die erste Beobachtung eines Merkurdurchganges wurde von Gassendi am 5. November 1631 angestellt. Die bevorstehenden Merkurdurchgänge fallen auf:

1861, November 11,
1868, November 4,
1878, Mai 6,

1881, November 7,
1891, Mai 9,
1894, November 10,
1901, November 4.

Mit dem Fernrohr wurde zuerst ein Venusdurchgang beobachtet am 4. December 1639. Mittels der Resultate aus den Beobachtungen der beiden darauf folgenden Venusdurchgänge am 6. Juni 1761 und 3. Juni 1769 wurden sorgfältige Berechnungen über die Entfernung der Erde von der Sonne ausgeführt. Die bevorstehenden Venusdurchgänge fallen auf:

1874, December 8,
1882, December 6,
2004, Juni 7,
2012, Juni 5.
2117, December 10,
2125, December 8.

Wären Merkur und Venus bei ihren Durchgängen der Erde hinreichend nahe, so würden auch durch das Eintreten dieser Planeten zwischen Sonne und Erde vollständige Sonnenbedeckungen, Sonnenfinsternisse, verursacht werden können, indem sie bei passend gewählten Abständen von der Erde die scheinbare Grösse der Sonnenscheibe erhielten und, so wie der Mond, für verschiedene auf der Erde befindliche Beobachter vor der ganzen Sonnenscheibe oder vor einem Theil derselben vorübergehend erschienen.

In Folge der Reflexion der Sonnenstrahlen ist die Erde auch an vielen Oertern, zu denen direkte Sonnenstrahlen nicht gelangen, wenn auch schwächer, aber dennoch beleuchtet, wie z. B. im Schatten von Bäumen, Häusern u. s. w. Die Brechung und Beugung des Lichtes wollen wir hier nicht besonders in Betracht ziehen. Bei den gewöhnlichen Schattenzuständen sind aber in der Regel direkt erleuchtete Gegenstände nicht fern und die Zusendung reflektirter Lichtstrahlen ist bedeutend, so dass für unsere Lichtempfindung, für unser Sehen, die im Schatten befindlichen Gegenstände zu deutlicher Wahrnehmung hinreichend erhellt sein können, so dass wir, wenn wir uns mit den zu beschauenden Gegenständen im Schatten befinden, dennoch Alles um und neben uns deutlich zu erkennen

entfernter stehend angenommen wird, als es im vorhergehenden Falle angenommen wurde, die Sonne aber in derselben Entfernung bleibt, so wird jetzt der Mond dem Beobachter kleiner erscheinen und die Mondscheibe wird daher die Sonnenscheibe nicht völlig decken. Erscheint hierbei das Centrum des Mondes genau in der Richtung des Centrums der Sonne, fällt das Centrum des Mondes auf das Centrum der Sonne, so stellt sich eine centrale ringförmige Sonnenfinsterniss heraus.

Die Kugel wird nun mir näher und von dem Ballon entfernter aufgestellt. Auge, Kugel-Mittelpunkt und Ballon-Mittelpunkt liegen wiederum in einer geraden Linie. Bei dieser Stellung bedeckt die Kugel einen grösseren Raum als der Ballon einnimmt. Ich kann die Kugel nach allen Seiten hin ein wenig von ihrem Platze (in gleichbleibender Entfernung von mir) aufstellen lassen, sie wird mir immer noch den Ballon bedecken. Es ist ein Ueberschuss in der Bedekkung vorhanden. Dieser Ueberschuss wird desto grösser sein, je mehr die Kugel mir genähert worden war.

Wenn der Mond der Erde näher gekommen ist, als es im ersten Falle angenommen wurde und die Sonne dieselbe Entfernung von der Erde beibehalten hat, so hat die scheinbare Grösse des Mondes zugenommen und die der Sonne ist gleich geblieben, die Mondscheibe bedeckt mehr als den Raum der Sonnenscheibe; es entsteht eine überschüssig totale Sonnenfinsterniss. Man nennt dieselbe auch totale Sonnenfinsterniss mit Verzug. Während nämlich bei genau totaler Sonnenfinsterniss dieselbe in der That nur einen Augenblick total ist, so währt die vollständige Bedeckung der Sonne durch den Mond bei überschüssiger Sonnenfinsterniss je nach der Grösse des Ueberschusses bis zu mehreren Minuten.

Der Mond bewegt sich um die Erde; er vollendet einen (siderischen) Umlauf in 27 Tagen 7 St. 43 Min. 11,5 Sek. Am Ende dieses Zeitraumes erscheint er von der Erde aus gesehen wieder bei demselben Sterne, bei welchem er am Anfang desselben erschien. Die Bahn, welche er dabei beschreibt, hat die Form einer Ellipse*); in einem Brennpunkt dieser Ellipse befindet sich die Erde. Die Ent-

*) Wenn man einen Cylinder schief durchschneidet, so erhält man eine Ellipsen-Fläche.

fernung des Mondes von der Erde ist daher nicht immer gleich gross. In der Erdnähe ist der Mond von der Erde 48961 Meilen entfernt, in der Erdferne beträgt der Abstand 54644 Meilen. Als mittlere Entfernung ergiebt sich hieraus: 51803 Meilen. Innerhalb 27 Tagen 13 St. 18 Min. 37,4 Sek. vollendet der Mond einen anomalistischen Umlauf. Er ist während dieses Zeitraumes von der Erdnähe zur Erdferne bis wieder zurück zur Erdnähe gegangen, hat also alle möglichen Entfernungen von der Erde zwischen den Grenzen 48961 Meilen und 54644 Meilen, erst in stetiger Zunahme, dann in stetiger Abnahme eingenommen. Da nun der Mond bei seinem Umlaufe um die Erde stets auch einmal (wenigstens annähernd) in der Richtung nach der Sonne hin zu stehen kommt, und da dies in verschiedenen Punkten der Mondbahn statthaben kann, so erscheinen die angeführten Fälle der grösseren oder geringeren Annäherung des Mondes an die Erde bei dem Eintritt einer Sonnenfinsterniss als mögliche.

Der Mondhalbmesser erscheint von der Erde ausgesehen bei der

kleinsten Entfernung = 16,8 Bogenminuten*)
mittleren „ = 15,6 „
grössten „ = 14,4 „

Der Ballon wird fortwährend an seiner Stelle gelassen. Ich, der Beobachter, verändere meinen Standpunkt. Ich nähere mich um einige Schritte dem Ballon; aber zugleich lasse ich auch um ebensoviel Schritte die Kugel dem Ballon näher stellen, so dass die Entfernung zwischen mir und der Kugel dieselbe bleibt. Auge, Mittelpunkt der Kugel und Mittelpunkt des Ballons befinden sich wiederum in gerader Linie. Die Kugel erscheint mir ebenso gross wie zuvor, der Ballon, weil (ich ihm oder) er mir näher ist, grösser. Auch bei dieser Stellung deckt mir die Kugel den Ballon nicht ganz, ich erblicke den Ring.

---

*) Man bilde einen Maassstab, in welchem eine Bogenminute ungefähr $\frac{1}{4}$ Zoll Länge hat. Dieser $\frac{1}{4}$ Zoll lässt sich leicht noch in zehn gleiche Theile theilen, von denen jeder $\frac{1}{10}$ Bogenminute darstellt. Nach diesem Maasstab zeichne man die hier angegebenen scheinbaren Mondgrössen. Man fasst $16\frac{8}{10}$ Bogenminuten in den Zirkel und beschreibt einen Kreis; ebenso verfährt man mit 15,6 und mit 14,4 Bogenminuten.

Den Anblick einer ringförmigen Sonnenfinsterniss kann der Beobachter auf der Erde also auch dadurch erhalten, dass bei gleichbleibendem Mondabstande, die Erde näher der Sonne zu stehen kommt.

Ich entferne mich von dem Ballon und zugleich mit mir wird um dieselbe Anzahl Schritte die Kugel von dem Ballon entfernt, so dass der Abstand der Kugel von mir nicht verändert wird. Dabei sollen ebenfalls Auge, Centrum der Kugel und Centrum des Ballons in einer geraden Linie bleiben. Die Kugel erscheint mir ebenso gross wie anfangs, der Ballon, da er weiter von mir entfernt ist, muss kleiner erscheinen. Die Kugel bedeckt mir also einen grösseren Raum als der Ballon einnimmt.

Auch dann, wenn der Mondabstand derselbe bleibt, aber die Entfernung zwischen Erde und Sonne grösser geworden ist, kann eine überschüssige Sonnenfinsterniss, eine Sonnenfinsterniss mit Verzug eintreten.

Es ist zwar am Anfange dieser Aufstellung des Vergleichs gefordert worden, man solle auf dem ebenen Felde einen Kreis markiren, dies geschah aber nur der Erleichterung der Auffassung wegen. In der That ist die Bahn der Erde um die Sonne ebenfalls eine Ellipse, und die Erde ist daher zu verschiedenen Zeiten des Jahres verschieden weit von der Sonne entfernt. Die Erde vollendet einen sid. Umlauf in 365 Tagen 6 St. 9 M. 10,75 Sek. In der Sonnennähe befindet sich die Erde am 1. Januar, in der Sonnenferne am 2. Juli. Zu jener Zeit ist sie von der Sonne 20334825 Meilen, zu dieser Zeit von ihr 21030055 Meilen entfernt. Die mittlere Entfernung beträgt 20682440 Meilen. Innerhalb der angegebenen Grenzen der Entfernung nimmt dieselbe stetig vom 1. Januar bis 2. Juli zu und vom 2. Juli bis 1. Januar ab. Der Sonnen-Halbmesser erscheint von der Erde aus gesehen bei der

kleinsten Entfernung	= 16,3	Bogenminuten*)
mittleren „	= 16,0	„
grössten „	= 15,7	„

*) Man stelle nach dem auf Seite 9 angegebenen Verfahren, und nach dem gewählten Maasstabe auch die verschiedenen scheinbaren Sonnengrössen als Kreise dar.

Die ganze Mondbahn wird von der Erde bei dem Umlauf um die Sonne gleichsam mit fortgetragen, so dass die Erde dabei ungefähr in der Mitte dieser Bahn sich befindet. Dabei geht der Mond immer seinen Weg in seiner Bahn, gleich als ob diese Fortbewegung der ganzen Bahn nicht statthabe. Es kann nun die Erde in ihrer Bahn an einem der Sonne näheren oder an einem von derselben entfernteren Ort sich befinden, wenn der Mond in seiner Bahn so steht, dass er in der Richtung nach der Sonne hin erscheint, und möglicher Weise eine Sonnenfinsterniss eintritt.

Hieraus ergiebt sich, dass die so eben angeführten Fälle der Annäherung des Beobachters an den Ballon, und der Entfernung desselben von diesem ebenfalls in Wirklichkeit vorkommen können.

Aus den Grössenverhältnissen der scheinbaren Halbmesser

	Sonne	Mond
bei kleinster Entfernung	16,3	16,8
bei mittlerer Entfernung	16,0	15,6
bei grösster Entfernung	15,7	14,4

ergiebt sich Folgendes:

Da der Mond je nach den Stellungen in seiner Bahn grösser als die Sonne bei ihrer kleinsten Entfernung und auch kleiner als die Sonne bei ihrer grössten Entfernung erscheinen kann, so ist es möglich, dass die Sonnenfinsterniss eine ringförmige, eine genau totale oder eine überschüssige sei, an welchem Tage des Jahres auch die Sonnenfinsterniss eintreten möge.

Wenn der Mond zur Zeit der Sonnenfinsterniss in der Erdnähe steht, so ist eine ringförmige Sonnenfinsterniss nicht möglich; denn 16,8 ist grösser als 16,3.

Wenn der Mond zur Zeit der Sonnenfinsterniss in der Erdferne steht, so ist eine totale Sonnenfinsterniss nicht möglich; denn 14,4 ist kleiner als 15,7.

Wenn der Mond zur Zeit einer Sonnenfinsterniss in der Erdnähe und die Erde in der Sonnenferne (2. Juli) steht, so ist die Sonnenfinsterniss überschüssig und der Ueberschuss erhält seine grösste Breite. 16′,8 — 15′,7 = 1′,1.

Wenn der Mond zur Zeit einer Sonnenfinsterniss in der Erdferne und die Erde in der Sonnennähe (1. Januar) steht, so ist die Son-

nenfinsterniss ringförmig und der Ring erhält seine grösste Breite. 16',3 — 14,4 = 1',9.

Genau totale Sonnenfinsternisse sind nur dann möglich, wenn der Mond in seiner Bahn dabei zwischen der mittleren und kleinsten Entfernung von der Erde sich befindet.

Es würden sich diese Betrachtungen noch vervielfältigen lassen; aber zur Ermöglichung eines Ueberblickes über diese Partie des Gegenstandes ist das Angeführte hinreichend. Die Sonnen- und Mondscheibe nach einem und demselben Maassstabe für die verschiedenen scheinbaren Grössen derselben angefertigt, können das Verständniss der Sache, wenn dies noch nothwendig sein sollte, erleichtern.

Die Bestimmung der Grösse einer Sonnenfinsterniss.

Bei hinlänglicher Entfernung von mir erscheint der Ballon als Kreisscheibe. Ich stelle mir einen Durchmesser in beliebiger Lage auf dieser Scheibe vor. Diesen Durchmesser denke ich mir in 12 gleiche Theile getheilt. Ein solcher Theil wird „Zoll" genannt. Der Zoll wird nun wiederum in 10 gleiche Theile „Zehntel", eingetheilt. [Bisweilen theilt man auch den Zoll in 60 gleiche Theile ein, und nennt einen solchen Theil „Minute".] Wenn nun die Kugel so gestellt ist, dass sie nur einen Theil des Ballons bedeckt, so bilde ich mir eine gerade Linie, welche durch das Centrum der Kugelscheibe und durch das Centrum der Ballonscheibe geht, eine Central-Linie. Diese Central-Linie verlängere ich nach beiden Seiten hin, so erhalte ich in einem Theil derselben einen Durchmesser des Ballonkreises. Wie viel Zolle nun dieses Durchmessers von der Kugelscheibe bedeckt sind, so viel zollig wird die Bedeckung genannt.

Der Durchmesser der Sonnenscheibe wird in 12 Zoll u. s. w. getheilt. Es bedecke die Mondscheibe nur einen Theil der Sonnenscheibe. Die Central-Linie von Sonnen- und Mond-Scheibe geht zugleich durch den Ort, wo die Mondscheibe am weitesten in die Sonnenscheibe hineinreicht. An der verlängerten Central-Linie messe ich die Zolle der Verfinsterung. Wenn die Mondscheibe bis zum Mittelpunkt der Sonnenscheibe reicht, ist die Sonnenfinsterniss sechszollig. Eine genau totale Sonnenfinsterniss ist zwölfzollig. Eine ringförmige Son-

nenfinsterniss wird nicht vollständig zwölfzollig. Eine überschüssige Sonnenfinsterniss wird mehr als zwölfzollig.

Mittels der angefertigten Sonnen- und Mondscheibe nach dem oben angegebenen Verfahren, lassen sich die verschiedenen Grössen der Sonnenfinsternisse in ihrer Gestalt und Erscheinung bildlich darstellen.

Orientirung in den Himmelsgegenden. Randberührungen der Sonnen- und Mond-Scheibe.

Ich habe den Ballon und die Kugel so aufgestellt, dass die gerade Linie, welche von meinem Auge aus durch die Mittelpunkte derselben geht, nach Süden gerichtet ist. Die vordere Seite meines Körpers, mein Gesicht, ist nach Süden gerichtet. Der westliche Rand des Ballons sowohl, als auch der Kugel, erscheint mir rechts, der östliche links, der nördliche oben, der südliche unten gelegen. So finde ich auch in der That die Himmelsgegenden liegend bei der Stellung, die ich eingenommen habe.

Bei der anfänglich vorausgesetzen Stellung der Scheiben für den Anblick einer centralen Bedeckung liegen Westrand der Kugelscheibe (Mond) auf Westrand der Ballonscheibe (Sonne); Ostrand auf Ostrand, Nordrand auf Nordrand und Südrand auf Südrand.

Ich lasse die Kugel hinreichend weit westlich aufstellen, dass der östliche Rand derselben den westlichen Rand des Ballons berührt.

Der Mond steht westlich, die Sonne östlich; der Ostrand des Mondes berührt den Westrand der Sonne: es ist dies die erste Randberührung, der Anfang der Sonnenfinsterniss für den Beobachter, welcher diesen Anblick hat.

Ich lasse die Kugel hinreichend weit östlich aufstellen, dass der westliche Rand derselben den östlichen Rand des Ballons berührt.

Der Mond steht östlich, die Sonne westlich. Der Westrand des Mondes berührt den Ostrand der Sonne; es ist dies die letzte Randberührung, das Ende der Sonnenfinsterniss für den Beobachter, welcher diesen Anblick hat.

Ich lasse die Kugel hinreichend weit nördlich (höher) aufstellen, dass der südlichste Punkt des Randes derselben den nördlichsten Punkt des Ballonrandes berührt.

Der Mond steht nördlich, die Sonne südlich; der Südrand des Mondes berührt den Nordrand der Sonne; es ist dies möglicher Weise der einzige Moment der Sonnenfinsterniss, es kann aber auch der Anfang oder das Ende einer (kleinen) partiellen Sonnenfinsterniss für den Beobachter sein, welcher diesen Anblick hat.

Ich lasse die Kugel hinreichend weit südlich (tiefer) aufstellen, dass der nördlichste Punkt ihres Randes den südlichsten Punkt des Ballonrandes berührt.

Der Mond steht südlich, die Sonne nördlich; der Nordrand des Mondes berührt den Südrand der Sonne; es ist dies wiederum möglicher Weise der einzige Moment der Sonnenfinsterniss, es kann aber auch ebenfalls der Anfang oder das Ende einer (kleinen) partiellen Sonnenfinsterniss für den Beobachter sein, der diesen Anblick hat.

Was durch die angegebenen vier veränderten Stellungen der Kugel hervorgebracht wurde, würde auch durch veränderte Stellungen des Ballons erreicht werden können; es ist aber dann der Ballon jedesmal in entgegengesetzter Richtung wegzustellen, um den Effekt hervorzubringen, welchen man durch Wegstellung der Kugel erhielt.

Hieraus folgt, dass der Effekt geringer oder wohl gänzlich aufgehoben wird, wenn Kugel und Ballon nach einer und derselben Richtung hin weggestellt werden, und dass der Effekt vergrössert wird, wenn Kugel und Ballon nach einander entgegengesetzten Richtungen hin weggestellt werden.

Die Anwendung auf Sonne und Mond kann ohne alle Schwierigkeit gemacht werden.

Es sollen nun Kugel und Ballon in der ihnen ursprünglich gegebenen Stellung bleiben; nur ich, der Beobachter, werde meinen Standpunkt verändern.

Ich stelle mich westlich von meinem ursprünglichen Standpunkt auf, so dass ich Randberührung von Kugel und Ballon erblicke. Der Westrand der Kugel berührt den Ostrand des Ballons.

Wenn ich bei einem Standpunkt auf der Erde die Sonnenfinsterniss central erblicke, so würde ich, stünde ich hinreichend weit westlich von diesem Orte entfernt, eine Randberührung sehen,

und zwar Westrand des Mondes mit Ostrand der Sonne. Der Mond erscheint östlich fortgerückt.

Ich stelle mich östlich von meinem ursprünglichen Standpunkt auf, dass ich Randberührung von Kugel und Ballon erblicke. Der Ostrand der Kugel berührt den Westrand des Ballons.

Von meinem ursprünglichen Standorte auf der Erde hinreichend weit östlich entfernt gestellt, würde ich die Berührung von Ostrand des Mondes und Westrand der Sonne erblicken. Der Mond erscheint westlich fortgerückt.

Ich habe mich nördlich (höher), als ich ursprünglich stand, gestellt, dass ich Randberührung sehe; ich bemerke Nordrand der Kugel mit Südrand des Ballons in Berührung.

Von meiner Stellung auf der Erde für den Anblick einer centralen Finsterniss, nördlich hinreichend entfernt, erblicke ich die Berührung des Nordrandes des Mondes mit dem Südrande der Sonne. Der Mond erscheint südlich fortgerückt.

Ich habe mich südlich so gestellt (bringe mein Auge an einen tiefer liegenden Punkt), dass ich Randberührung sehe; ich bemerke Südrand der Kugel mit Nordrand des Ballons in Berührung.

Stelle ich mich von dem Orte der Erde, wo mir die Finsterniss central erscheinen würde, hinreichend entfernt südlich auf, so erblicke ich die Berührung von Südrand des Mondes und Nordrand der Sonne. Der Mond erscheint nördlich fortgerückt.

Bei meiner veränderten Stellung auf dem Felde verändern auch Kugel und Ballon ihre scheinbaren Oerter. Die Kugel, welche mir näher ist als der Ballon, erscheint in einer Richtung weggerückt, die der Richtung meiner Wegstellung entgegengesetzt ist; der Ballon, welcher von mir entfernter ist als die Kugel, erscheint in Bezug auf die Kugel in einer Richtung weggerückt, die mit der Richtung meiner Wegstellung übereinstimmt.

Dasselbe gilt von einem Beobachter auf der Erde in Bezug auf Mond und Sonne. Bei veränderter Stellung des Beobachters erscheint der Mond in entgegengesetzter Richtung, die Sonne in Bezug auf den Rand des Mondes in gleicher Richtung eine veränderte Stellung einzunehmen.

Wir könnten nun die Ortsveränderungen von Augpunkt, Kugel und Ballon, combiniren. Wir würden dabei theils Vergrösserungen, theils Verminderungen des durch einfache Ortsveränderungen entstehenden Effektes erhalten.

Wir könnten ferner die Abstände von den ursprünglichen Standörtern geringer als vorher annehmen. In diesen Fällen würden wir nicht Randberührungen, sondern partielle Bedeckungen erhalten.

Wir könnten endlich die Wegstellungen nicht in genau westlicher, östlicher, nördlicher oder südlicher, sondern in nordwestlicher, nordöstlicher, südwestlicher u. s. w. Richtung geschehen lassen. Je nach der Grösse der Entfernung vom ursprünglichen Standpunkte würden wir ebenfalls Randberührungen oder theilweise Bedeckungen erhalten, aber nicht genau in West-, Ost-, Nord- oder Südpunkt der Ränder, sondern zwischen diesen Punkten. Die Oerter, wo die Berührungen statthaben würden, lassen sich leicht durch den vorhergehenden ähnliche Betrachtungen ermitteln.

Von den so eben angedeuteten Fällen sollen im später Folgenden, wo wir nicht mehr Mond und Erde in Ruhe, sondern in Bewegung befindlich annehmen, diejenigen näher erörtert werden, welche bei dem Verlaufe einer Sonnenfinsterniss in Wirklichkeit vorkommen.

Mehrere gleichzeitige Beobachter.

Ich nehme an, dass mehrere Personen zu gleicher Zeit nach Kugel und Ballon hinschauen. Ich selbst befinde mich, wie anfänglich, in der Central-Linie der Kugel und des Ballons, und in der Mitte der übrigen Beobachter. Westlich (rechts) von mir steht der Beobachter **W**, östlich (links) der Beobachter **O**, nördlich (höher) der Beobachter **N** und südlich (tiefer) der Beobachter **S**. Während ich die Kugel genau vor dem Ballon erblicke, sieht **W** dieselbe östlich, **O** dieselbe westlich, **N** dieselhe südlich, **S** dieselbe nördlich vom Ballon, und sind die Abstände der Beobachter von meinem Standorte geeignet gewählt, so sehen die Beobachter Randberührungen von Kugel und Ballon in der bereits oben angegebenen Weise. Es seien in der That diese Beobachter so gestellt, dass sie eben Randberührungen sehen, so werden noch andere Beobachter, welche sich

zwischen jenen und mir befinden, theilweise Bedeckungen sehen, und die Bedeckung wird einem solchen zwischenstehenden Beobachter desto grösser erscheinen, je näher mir derselbe sich gestellt hat, und einem andern desto kleiner, je näher dieser bei einem Randberührungs-Beobachter steht. Man könnte leicht die Standpunkte so bestimmen, dass ich also centrale, der neben mir stehende Beobachter 11zollige, der dann folgende 10zollige u. s. w. Bedeckung erblickte.

Wenn ich an einem Ort der Erde die Sonnenfinsterniss central erblicke, so wird der von mir westlich sich befindende Beobachter **W** bei entsprechender Entfernung von mir den Mond bereits östlich neben der Sonne, der östliche Beobachter **O** denselben noch westlich neben dieser, der nördliche Beobachter **N** den Mond südlich unter der Sonne und der südliche Beobachter **S** denselben nördlich über dieser erblicken. Andere zwischen mir, **W**, **O**, **N** und **S** befindliche Beobachter werden fast gleichzeitig mit uns die Sonnenfinsterniss wahrnehmen und es werden diese Beobachter einen desto grösseren Theil der Sonne bedeckt sehen, je näher bei mir sie ihren Standpunkt einnehmen und einen desto kleineren Theil derselben bedeckt sehen, je näher bei **W** oder **O** oder **N** oder **S** sie sich befinden.

Es sind also zu einer und derselben Zeit die verschiedenen Grössen der Finsterniss an verschiedenen Beobachtungsörtern sichtbar, wenn nemlich die Oerter der Beobachtungen von dem Orte der Anschauung einer centralen Verfinsterung hinreichend entfernt, nach den verschiedenen Himmelsgegenden gerichtet, eingenommen werden können.

Die Kugel ist in Bewegung; die Beobachter und der Ballon bleiben in unveränderter Stellung.

Die Beobachter **W**, **O**, **N** und **S** befinden sich in den oben angegebenen Richtungen und Abständen von mir entfernt, jeder, so wie ich, unverändert an seinem Orte, und wir schauen alle nach Süden hin, wo der ebenfalls in Ruhe bleibende Ballon steht. Die Kugel bewegt sich langsam, immer in gleicher Höhe über dem Felde, von Westen nach Osten. Uns allen erscheint dieselbe noch westlich entfernt vom Ballon. Am meisten westlich entfernt vom Ballon erblickt sie **O**, am nächsten an den Ballon herangekommen sieht sie

W; N sieht dieselbe südwestlich, S sieht sie nordwestlich vom Ballon.

Zuerst erblickt W den Anfang der Bedeckung und zwar die Berührung von Ostrand der Kugel und Westrand des Ballons. Der Ballon wird für seine Anschauung mehr und mehr bedeckt; uns übrigen erscheint die Kugel immer noch vom Ballon entfernt.

Jetzt sieht W den Ballon central bedeckt, den Mittelpunkt der Kugel vor dem Mittelpunkt des Ballons. Da gewahre ich die erste Randberührung. Allen übrigen ist immer noch die Kugel vom Ballon entfernt. Für meine Anschauung vergrössert sich die Bedeckung allmählig, für die Anschauung des W nimmt sie allmählig wieder ab.

In dem Augenblick, in welchem mir die Bedeckung central erscheint, sieht W die letzte Randberührung, die Berührung von Westrand der Kugel und Ostrand des Ballons, O sieht die erste Randberührung, N und S erblicken nur in diesem Moment das Zusammentreffen von Kugelrand und Ballonrand, und zwar N von Nordrand der Kugel und Südrand des Ballons, S von Südrand der Kugel und Nordrand des Ballons. N sieht nemlich die Kugel tiefer, den Ballon höher, S sieht die Kugel höher, den Ballon tiefer. Für W, N und S entfernt sich hierauf die Kugel ostwärts vom Ballon; mir erscheint die Westseite des Ballons wieder mehr und mehr unbedeckt, O erblickt die allmählige Zunahme der Bedeckung.

In derselben Zeit, da ich die letzte Randberührung, Westrand der Kugel mit Ostrand des Ballons, erblicke, sieht O centrale Bedeckung. Während nun O die Abnahme der Bedeckung bis zur letzten Randberührung beobachtet, nehmen wir übrigen wahr, dass die Kugel sich immer mehr ostwärts vom Ballon entfernt.

Ich befinde mich ungefähr in der Mitte der von der Sonne erleuchteten Hälfte der Erde und erblicke die Sonnenfinsterniss central. Ein Beobachter, welcher sich westlich von mir befindet, sieht zu dieser Zeit schon wieder wenigstens einen Theil auf der Westseite der Sonne frei, ein östlich von mir befindlicher Beobachter sieht noch wenigstens einen Theil auf der Ostseite der Sonne unbedeckt. Der ganze Verlauf der Finsterniss wird in westlich gelegenen Oertern früher, als in östlich gelegenen, gesehen.

Nehme ich nun an, ich befinde mich an einem Orte, wo die centrale Finsterniss zur Mittagszeit erblickt wird, so wurde die Sonnenfinsterniss an von mir westlich gelegenen Oertern schon gesehen, als es bei mir Vormittag war, und um so früher im Vormittage, je mehr westlich die Oerter liegen, und es wird die Sonnenfinsterniss an von mir östlich gelegenen Oertern dann gesehen werden, wenn es bei mir Nachmittag ist, und um so später des Nachmittags, je weiter die Oerter östlich von mir liegen.

Die westlich gelegenen Oerter sind weniger in der Tageszeit vorgerückt, als die östlich gelegenen; die Uhren zeigen zu einer und derselben physischen Zeit (Vgl. S. 3, Anm.), im Westen früher irgend welche Tagesstunden an als im Osten.

Wenn ich nun an meinem Orte die Sonnenfinsterniss zur Mittagszeit erblicke, so muss, da im Westen die Sonnenfinsterniss früher gesehen wird, als an meinem Orte, es auch einen westlich von mir gelegenen Ort geben, wo die Sonnenfinsterniss gesehen wurde, als se an meinem Orte Vormittag, z. B. 9 Uhr, war. An diesem Orte war es aber zu dieser Zeit nicht Vormittag 9 Uhr, sondern früher in der Tageszeit, vielleicht 6 Uhr Morgens. Wenn nun daselbst an diesem Tage die Sonne früh 6 Uhr aufgeht, so sieht man an diesem Orte die Sonnenfinsterniss bei Sonnenaufgang. Es ist dies auch der Anfang der Sonnenfinsterniss für die ganze Erde. Denn an weiter westlich gelegenen Oertern, welche die Sonnenfinsterniss früher sehen würden, ist dies nicht möglich, weil ihnen die Sonne noch nicht aufgegangen ist, sondern noch unter dem Horizonte steht.

Da an östlich von mir gelegenen Oertern die Sonnenfinsterniss später gesehen wird, als an meinem Orte, so muss es östlich von mir einen Ort geben, wo die Sonnenfinsterniss gesehen wird, da es an meinem Orte Nachmittag, z. B. 3 Uhr, ist. Da aber dieser Ort östlicher als der meinige liegt, so ist es daselbst später in der Tageszeit, vielleicht 6 Uhr Abends.

Wenn nun daselbst an diesem Tage die Sonne Abends 6 Uhr untergeht, so sieht man an diesem Orte die Sonnenfinsterniss bei Sonnenuntergang. Es ist dies auch das Ende der Sonnenfinsterniss für die ganze Erde. Denn an weiter östlich gelegenen Oertern, welche

die Sonnenfinsterniss später sehen würden, ist dies nicht möglich, weil ihnen die Sonne bereits untergegangen ist.

Wenn an meinem Standorte eine genau totale Sonnenfinsterniss gesehen wird, so dass also für einen Augenblick, weder unten noch oben, weder am südlichen noch am nördlichen Rande der Sonne ein Theil unbedeckt bleibt: so wird für nördlich und südlich von mir befindliche Beobachter eine vollständige Bedeckung der Sonnenscheibe nicht eintreten. Der Mittelpunkt der Mondscheibe wird für diese Beobachter nicht zum Mittelpunkt der Sonnenscheibe gelangen.

Der nördlich von mir befindliche Beobachter sieht auch bei der für ihn grössten Bedeckung der Sonne immer noch einen Theil auf der Nordseite der Sonnenscheibe frei; der Mondmittelpunkt geht für seine Anschauung auf der südlichen Hälfte der Sonnenscheibe bei dem Sonnenmittelpunkt vorüber, und zwar um so mehr südlich, je mehr nördlich von mir der Beobachter sich befindet.

Ein Beobachter kann nun so weit von mir nördlich entfernt sein, dass er den Mondrand nur bis zum Mittelpunkt der Sonnenscheibe hineinreichen sieht. Wenn nun weder früher noch später an diesem Orte eine grössere Verfinsterung stattgefunden hat oder stattfindet: so fällt derselbe in die Grenzlinie der sechszolligen Sonnenfinsterniss auf der Nordseite der Erdkugel.

Ist ein Beobachter noch weiter nördlich von mir entfernt, und zwar so weit, dass an seinem Orte nicht mehr als eine augenblickliche Berührung von Mondrand und Sonnenrand gesehen wird: so fällt dieser Ort in die nördliche Grenzlinie der Sichtbarkeit der Sonnenfinsterniss überhaupt.

In Betreff der südlich von mir befindlichen Beobachter lassen sich ähnliche Betrachtungen anstellen. Diesen bleibt desto mehr von der Sonne nach der Südseite derselben hin frei, je weiter südlich von mir sie ihren Standpunkt einnehmen.

Kugel und Ballon sind in Bewegung, die Beobachter behalten unverändert ihre Standpunkte.

Die Kugel, welche den Mond vorstellt, bewegt sich entsprechend dem Mondlaufe von Westen nach Osten.

Der Ballon, welcher die Sonne vorstellt, sollte im Grunde unbewegt an seinem Orte bleiben, da die Sonne still steht. Man pflegt jedoch die Fortbewegung der Erde in ihrer Jahresbahn auf die Sonne zu übertragen, und nennt die dadurch erhaltene scheinbare Fortschreitung der Sonne den scheinbaren Lauf derselben. [Wenn zwischen mir und einer Mauer eine Stange aufgestellt ist, und ich, indem ich nach Stange und Mauer blicke, mich seitwärts fortbewege: so scheint die Stange längs der Mauer sich fortzubewegen; es ist dies die scheinbare Fortbewegung der Stange. Diese scheinbare Fortbewegung der Stange steht im Verhältniss zu der meinigen, und statt meiner wirklichen Fortbewegung kann ich die scheinbare Fortbewegung der Stange in Betracht nehmen.] Der scheinbare Lauf der Sonne ist während der Zeit der Finsterniss zwar nur gering, muss aber dennoch in Rechnung gebracht werden.

Der Ballon also, welcher die Sonne vorstellt, bewegt sich entsprechend dem scheinbaren Lauf der Sonne ebenfalls von Westen nach Osten.

Nun haben wir bereits gefunden, dass für einen Beobachter durch die gleichzeitige Bewegung der Kugel und des Ballons nach einer und derselben Richtung hin, der Effekt der alleinigen Bewegung der Kugel oder des Ballons verringert wird.

Fassen wir die Bewegung der Kugel ins Auge. Die Kugel geht mit einer gewissen Geschwindigkeit vor dem Ballon vorüber, und zwar in der Richtung von Westen nach Osten. Wenn nun während der Zeit der Ballon nicht still steht, sondern sich ebenfalls von Westen nach Osten, aber langsamer als die Kugel, fortbewegt, so wird es in der That nur den Anschein gewinnen, als ob die Kugel langsamer ginge, als sie wirklich geht, und zwar um so viel langsamer, als der Ballon stets ihr zu entweichen strebt. Da es sich nun aber nur um das Vorübergehen der Kugel vor dem Ballon handelt, so können wir, ungeachtet der Bewegung des Ballons, annehmen, derselbe befinde sich in Ruhe, wir müssen aber dann zugleich annehmen, die Kugel gehe um so viel langsamer vorwärts, als der gleichzeitige Fortgang des Ballons sein würde. Diese angenommene verringerte Geschwindigkeit in der Bewegung der Kugel, vereinfacht die Anschauungsweise, indem an Stelle zweier zugleich

statthabenden Bewegungen nur eine Bewegung der Anschauung vorzuhalten ist.

Die Geschwindigkeit des Mondes beträgt in 1 Stunde beiläufig 33 Bogenminuten, die Geschwindigkeit der (scheinbaren Bewegung der) Sonne beiläufig 2½ Bogenminuten in 1 Stunde.

Die Geschwindigkeit der Mondbewegung ist also beiläufig 14mal so gross, als die scheinbare Bewegung der Sonne. Beide Bewegungen sind von Westen nach Osten gerichtet. Da nun nur untersucht werden soll, wann der Mond die Sonne erreiche, binnen welcher Zeit die Mondscheibe vor der Sonnenscheibe vorübergehe und Aehnliches, so nehmen wir an, der scheinbare Lauf der Sonne finde nicht statt, lassen aber den Mondlauf weniger schnell vor sich gehen, wir setzen nemlich an, der Mond gehe in 1 Stunde 2½ Bogenminuten weniger, also nicht 33 Bogenminuten, sondern nur 30½ Bogenminuten. Man nennt diese verringerte Geschwindigkeit die relative Geschwindigkeit, d. h. die auf die Sonne bezügliche Geschwindigkeit der Mondbewegung.

Es bedarf demnach nun keiner weiteren Betrachtungen hierüber in Betreff der Beobachter, da dieser Fall der Bewegung des Ballons und der Kugel auf den bereits betrachteten Fall der Bewegung der Kugel und des Stillstandes des Ballons zurückgeführt worden ist. Die Erscheinungen sind dieselben, welche dort angegeben worden sind, nur mit dem Unterschiede, dass der Lauf der Kugel ein wenig langsamer vor sich gehend gedacht wird.

Kugel, Ballon und Beobachter sind in Bewegung.

In diesem Falle brauchen wir nur die Bewegungen von Kugel und Beobachter zusammenzustellen und zu erörtern, da im Vorhergehenden die Bewegung des Ballons bereits auf die Bewegung der Kugel übertragen worden ist.

Wir wollen uns jetzt vorstellen, an dem Orte, wo wir, nämlich ich, **W**, **O**, **N** und **S** aufgestellt sind, sei eine runde Mauer, wie die eines Thurmes, errichtet. Rings herum um diese Mauer seien Beobachter, aber jetzt Mann an Mann, aufgestellt, welche mit dem Rücken gegen die Mauer gekehrt sind.

Diese Beobachter seien in fortwährender seitlich fortschreitender Bewegung und zwar so, dass die Fortrückung immer nach dem Nachbar zur Linken hin geschieht. Von der nach dem Ballon gerichteten Hälfte der runden Mauer aus kann man auch diesen erblicken. Wir wollen uns vorstellen, der Ballon erleuchte die Mauer, und daher diese Hälfte derselben die erleuchtete Hälfte, die andere die Nachtseite, nennen. Wenn ein Beobachter bei der ununterbrochenen Fortrückung der Kette von Beobachtern in die erleuchtete Hälfte eintritt, so muss er den Blick seitwärts (links) richten, um den Ballon zu sehen; ebenso muss er dies thun, aber entgegengesetzt gewendet (rechts), wenn er so eben aus der erleuchteten Hälfte in die Nachtseite fortgerückt wird und bei dem Uebergang noch den Ballon sehen will. Der Eintritt in die erleuchtete Hälfte geschieht westlich (aber ostwärts), der Austritt aus derselben östlich. Sobald der Ballon sichtbar wird, sei der Blick stets nach demselben gewendet.

Während nun diese ununterbrochene Fortrückung der Beobachter geschieht, nähert sich die Kugel allmählig dem Ballon.

So eben tritt ein Beobachter auf der Westseite in die erleuchtete Hälfte seines kreisförmigen Weges, in die erleuchtete Hälfte der Mauer: da sieht er, dass der Kugelrand den Ballonrand berührt; er sieht den ersten Anfang der Bedeckung; er steht jetzt am weitesten westlich in der erleuchteten Hälfte, Niemand von allen Beobachtern auf der erleuchteten Hälfte hat vor ihm die Bedeckung wahrgenommen. Die Kugel scheint aber weit schneller zu gehen, als er selbst sich fortbewegt, ehe er noch zur Mitte der erleuchteten Hälfte der Mauer gelangt, ist die Kugel für seinen Anblick schon vollständig vor dem Ballon vorübergegangen, und auch andere östlich von ihm befindliche Beobachter haben die Erscheinung der Bedeckung erblickt.

Nach diesem ersten Beobachter tritt ein anderer Beobachter in die erleuchtete Hälfte; er sieht sogleich nach dem Ballon und erblickt, dass die Kugel bereits genau vor dem Ballon steht, er sieht sogleich centrale Bedeckung bei seinem Uebergang aus der Nachtseite in die Tagesseite.

Bald nach diesem zweiten Beobachter tritt ein dritter in die erleuchtete Hälfte; er sieht sogleich nach dem Ballon und

erblickt, dass die Kugel so eben noch mit ihrem Westrand den Ostrand des Ballons berührt und dann sich von ihm entfernt. Er sieht nur das Ende der Bedeckung bei seinem Eintritt in die Tagseite.

Jeder folgende in die erleuchtete Hälfte eintretende Beobachter sieht die Kugel östlich vom Ballon entfernt; er gewahrt keine Bedeckung mehr.

Derjenige Beobachter, welcher in der Mitte der erleuchteten Hälfte der Mauer sich befindet, als so eben für seinen Anblick die Kugel genau den Ballon deckt, hat in der Mitte seines Tages, hat am Mittag centrale Bedeckung.

Die Kugel zieht ihres Weges von Westen nach Osten und die Beobachter sehen dieselbe vor dem Ballon vorübergehen; die westlichen Beobachter sehen dies stets früher, als die von ihnen östlich befindlichen.

Auch bei der ununterbrochenen Bewegung um die runde Mauer wird diese Erfahrung gemacht. Schon ist die Bedeckung für alle Beobachter, welche in der erleuchteten Hälfte auf der Westseite und in der Mitte derselben sich befinden, vorübergegangen; nur auf der Ostseite hat dieselbe noch nicht geendet.

Ein am Ostrand so eben in die nicht erleuchtete Hälfte eintretender Beobachter erblickt noch den Ostrand der Kugel am Westrand des Ballons. Er sieht bei seinem Uebergang zur Nachtseite nur den Anfang der Bedeckung.

Ein ebenfalls am Ostrand darauf folgender Beobachter sieht noch bei seinem Eintritt in die Nachtseite centrale Bedeckung.

Endlich nimmt der letzte überhaupt von der Bedeckung Etwas wahr; er sieht die letzte Randberührung von Westrand der Kugel und Ostrand des Ballons.

Dieser Beobachter steht jetzt in der erleuchteten Hälfte unter allen am meisten östlich; er sieht das Ende der Bedeckung; allen westlich von ihm befindlichen Beobachtern wird die Kugel bereits vom Ballon wieder entfernt erscheinen. Niemand nach ihm bemerkt noch Etwas von dem Vorgange der Bedeckung.

Die Fortrückung der Beobachter im Kreise, der Uebergang dabei aus der Nachtseite in die Tageshälfte, die Bewegung von Westen

nach Osten entsprechen der Axendrehung der Erde und den damit verbundenen Erscheinungen. Immer treten neue Beobachter am westlichen Rand in die Tageshälfte, und immer gehen Beobachter am östlichen Rand in die Nachthälfte der Erde über. Jene erhalten dadurch überhaupt die Möglichkeit, die Sonnenfinsterniss zu sehen, diesen wird die Möglichkeit abgeschnitten.

Die so eben im Vergleich angestellten Erörterungen lassen sich leicht auf den wirklichen Verlauf der Sonnenfinsterniss anwenden.

Der Anfang der Sonnenfinsterniss auf der Erde überhaupt wird in der Beobachtung einer ersten Randberührung wahrgenommen, und zwar an dem zu dieser Zeit am meisten westlich gelegenen Orte der Tages-Erdhälfte bei daselbst eintretendem Sonnenaufgang.

Die centrale Finsterniss wird später wahrgenommen, ebenfalls zuerst bei Sonnenaufgang an einem Orte, welcher mehr westlich liegt, als der Ort der Beobachtung der ersten Randberührung.

Auch das Ende der Sonnenfinsterniss für irgend einen Ort der Erde wird zuerst bei Sonnenaufgang erblickt, und zwar an einem noch weiter westlich als diejenigen der Beobachtung der beiden vorgenannten Finsternissphasen gelegenen Ort.

Anfang der Sonnenfinsterniss, centrale Sonnenfinsterniss und Ende der Sonnenfinsterniss überhaupt werden zuletzt am östlichen Rande der Tageshalbkugel bei daselbst statthabendem Sonnenuntergang erblickt, und zwar der Zeit nach in der hier gesetzten Reihenfolge. Es ist aber dabei zu bemerken, dass der Ort, wo das Ende überhaupt wahrgenommen wird, westlicher liegt, als der Ort für die Wahrnehmung des Endes der centralen Sonnenfinsterniss, da der westlicher gelegene Ort später in die Nachthalbkugel übergeht, als der östlicher gelegene.

Wir wollen hier annehmen, die Sonnenfinsterniss auf der Erde überhaupt währe 6 Stunden, so würde der Beobachter, welcher die erste Randberührung zuerst erblickte, bis ungefähr in die Mitte der Taghalbkugel fortgerückt sein, wenn das Ende der Finsterniss auf der Erde überhaupt erfolgt, und derjenige Beobachter, welcher das Ende der Finsterniss überhaupt sieht, würde ungefahr in der Mitte der Taghalbkugel gewesen sein, da die Sonnenfinsterniss auf der

Erde überhaupt begonnen; jener ist unterdessen vom Morgen bis Mittag, dieser vom Mittag bis Abend fortgeschritten.

Nicht horizontal, sondern in schiefer Richtung gegen die Ebene des Feldes erfolgende Bewegung der Kugel.

Wir haben bisher stets die Voraussetzung gemacht, dass die Kugel in horizontaler Richtung, also immer in gleicher Höhe über dem Felde bleibend, vor dem Ballon vorübergehe. Es können aber auch die Fälle statthaben, dass die Kugel bei ihrer Fortschreitung höher steigt, sich mehr und mehr von der Ebene des Feldes entfernt, oder dass sie sich allmählig senkt, sich mehr und mehr der Ebene des Feldes nähert.

Ich wähle meinen Standpunkt so, dass die Kugel, indem sie für meine Anschauung sich zwischen mir und Ballonmittelpunkt befindet, genau den Ballon deckt, also dass ich centrale Bedeckung habe.

Es möge die Kugel bei der Fortschreitung allmählig aufsteigen.

Ich sehe sie nicht mehr genau am Westpunkt des Ballons eintreten und am Ostpunkt austreten, sondern sie tritt südwestlich ein und nordöstlich aus, und je schiefer die Richtung der Bewegung gegen die Ebene des Feldes ist, desto mehr nach Süden geschieht der Eintritt und desto mehr nach Norden der Austritt.

W, westlich von mir, sieht die Bedeckung früher als ich; die Kugel ist zu dieser Zeit noch nicht so hoch aufgestiegen; **W** sieht daher die Kugel noch mehr südlich, als ich es sah, auf der Westseite eintreten und weniger nördlich auf der Ostseite austreten. Der Mittelpunkt der Kugel erreicht nicht die Höhe des Mittelpunktes des Ballons, daher sieht er auch einen Theil desselben auf der Nordseite (oben) unbedeckt.

O, östlich von mir, sieht die Bedeckung später als ich; die Kugel ist zu dieser Zeit schon höher gestiegen; **O** sieht daher die Kugel weniger südlich, als ich es sah, auf der Westseite eintreten, aber mehr nördlich auf der Ostseite austreten. Der Mittelpunkt des Ballons geht über (nördlich von) dem Mittelpunkt des Ballons vorüber, daher sieht er auch einen Theil desselben auf der Südseite (unten) unbedeckt.

N, nördlich von mir, **S**, südlich von mir, erblicken, je nachdem dieselben mehr oder weniger von mir entfernt sind, entweder jener die Kugel auf der Südostseite, dieser dieselbe auf der Nordwestseite des Ballons ohne alle Bedeckung vorübergehen, oder sie erblicken an den angegebenen Oertern eine Berührung oder eine partielle Bedeckung. Im letztgenannten Falle bei partieller Bedeckung, welche wiederum grösser oder kleiner sein kann, ist der bedeckte Abschnitt nicht gerade unten im Süden oder gerade oben im Norden des Ballons, sondern es liegt derselbe schief gegen die Ebene des Feldes.

Es möge die Kugel bei der Fortschreitung allmählig niedersteigen.

Ich sehe die Kugel am Nordwestrande des Ballons in denselben eintreten, vor demselben genau in der Mitte ihn vollständig bedecken, und am Südostrande austreten.

W, da er die Bedeckung früher sieht als ich, zu welcher Zeit die Kugel noch höher steht, sieht dieselbe mehr nördlich als ich am Westrande des Ballons eintreten, und weniger südlich am Ostrande austreten. Der Mittelpunkt der Kugel geht über dem Mittelpunkt des Ballons vorüber, ein Theil am Rande im Südwesten des Ballons bleibt unbedeckt.

O, da er die Bedeckung später sieht als ich, zu welcher Zeit die Kugel bereits tiefer steht, sieht dieselbe weniger nördlich als ich am Westrande des Ballons eintreten und mehr südlich am Ostrande austreten. Der Kugelmittelpunkt geht unter dem Ballonmittelpunkt vorüber, ein Theil am Nordostrande des Ballons bleibt unbedeckt.

N und **S** erblicken, je nachdem dieselben mehr oder weniger von mir entfernt sind, entweder jener die Kugel auf der Südwestseite, dieser dieselbe auf der Nordostseite des Ballons ohne alle Bedeckung vorübergehn, oder sie erblicken an den angegebenen Oertern eine Berührung oder eine partielle Bedeckung. Der grössere oder kleinere bedeckte Theil des Ballons zeigt eine schiefe Lage gegen die Ebene des Feldes.

Die Ebene des Feldes deutet die Lage der Ebene der Ekliptik, d. i. der Bahn der Erde um die Sonne, oder der scheinbaren Sonnenbahn, an. Die Mondbahn, welche um die Erde gelegen ist und mit der-

selben gleichsam fortgerückt wird, hat eine schiefe Lage gegen die Ebene der Erdbahn. Die eine Hälfte seines Weges befindet sich der Mond über, die andere Hälfte unter der Erdbahnebene. Vom tiefsten Punkte seiner Bahn unter der Ekliptik bis zum höchsten Punkt über derselben ist der Mond aufsteigend, von hier bis wieder zum tiefsten Punkte niedersteigend. Die Punkte, in welchen er dabei durch die Ekliptikebene geht, heissen Knoten, und zwar der aufsteigende Knoten, (wo der Mond über die Ekliptik aufsteigt,) und der niedersteigende Knoten (wo er unter die Ekliptik niedersteigt). Die Sonne steht in der Ebene der Ekliptik. Nur in der Nähe der Knoten ist der Mond weder zu hoch über der Sonne, noch zu tief unter derselben stehend, so dass er daselbst vor ihr vorübergehen kann, wenn er sich dabei eben in der Richtung nach ihr hin, von der Erde aus gesehen, befindet. Bei dem höchsten Stand in seiner Bahn steht der Mond weit über der Sonnne, bei seinem tiefsten weit unter derselben um sie bedecken zu können. Da wo der Mond aus dem Aufsteigen in das Niedersteigen, oder aus dem Niedersteigen in das Aufsteigen übergeht, bewegt er sich in gleicher Richtung mit der Lage der Ekliptikebene, aber hier kann Sonnenbedeckung eben nicht stattfinden, und nur der leichteren Auffassung wegen haben wir anfänglich im Vergleich die Kugel paralell mit der Ebene des Feldes, während der Bedeckung fortschreiten lassen. Bei der Sonnenfinsterniss geht der Mond stets schief, in Bezug auf die Lage der Ekliptikebene, vor der Sonne vorüber. Diese schiefe Fortschreitung ist desto grösser je näher sie dem Knoten liegt; hier steigt er bei 10 Meilen Vorwärtsgehen (Fortbewegung in Länge), etwa 1 Meile aufwärts (Fortbewegung in Breite).

Man kann sich die Vorstellung von der schiefen Lage der Mondbahn gegen die Ekliptikebene erleichtern, wenn man annimmt: ein runder Tisch sei die Ekliptikebene, in der Mitte desselben stehe die Sonne, am Rande bewege sich eine kleine Kugel, welche die Erde vorstellt, vorwärts; diese Kugel befinde sich in der Mitte eines Ringes, so dass der Ring gleichsam um sie schwebt. Dieser Ring sei schräg gestellt gegen die Ebene der Tischplatte, so dass die Hälfte desselben über dieser, die andere Hälfte unter ihr sich befinde und die Ebene des Ringes bilde mit der Ebene der Tischplatte einen Winkel

von beiläufig 5$\frac{1}{7}$ Grad. Dieser Ring bewegt sich mit der kleinen Erdkugel gleichmässig fort, und in ihm geht der Mond. Die gerade Linie, welche durch die beiden Knoten geht, zeigt nicht stets nach der Sonne hin bei dem Umlauf der Erde um die Sonne, sondern sie bleibt fast paralell mit sich selbst, d. h. sie schiebt sich ohne sich zu drehen fort. Ich sage „fast“ paralell, denn sie macht in ungefähr 19 Jahren eine Drehung, und zwar von Osten nach Westen, so dass sie jährlich beiläufig um 19 Grad sich von Osten nach Westen dreht.

Die Sonne steht also in der Ebene der Ekliptik und die Erde befindet sich auch in derselben. Der Mond muss in der Richtung von der Erde nach der Sonne hin stehen, wenn eine Sonnenfinsterniss eintreten soll, ausserdem darf er dabei weder zu hoch noch zu tief in seiner Bahn über oder unter der Ekliptik seinen Standpunkt einnehmen, weil er sonst über oder unter der Sonne schwebend gesehen werden würde. Ich denke mir die gerade Linie von der Erde zur Sonne, und diese gerade Linie sei die Grundlage einer senkrecht auf der Ekliptikebene errichteten Ebene (wie eine Wand oder Mauer) nach oben und unten. Wenn nun, höher oder tiefer, der Mond durch diese Ebene hindurch geht, so sagt man, dass er in diesem Augenblicke mit der Sonne in Conjunction sei. Ist der Mond mit der Sonne in Conjunction und zugleich in einem Knoten der Mondbahn, so muss eine centrale Sonnenfinsterniss statthaben. Dieselbe muss aber auch noch stattfinden, wenn der Mond ein wenig, bis ungefähr $\frac{1}{18}$ seiner ganzen Umlaufsbahn, (welche gegen 325000 Meilen beträgt) oder gegen 6770 Meilen, von einem Knoten entfernt ist, seine Scheibe steht hier immer noch dazu der Sonnenscheibe nahe genug. Da aber sowohl die Sonnenscheibe als auch die Mondscheibe von der Erde aus gesehen viel grösser erscheinen, wenn sowohl Sonne als auch Mond der Erde sehr nahe stehen, so kann auch dann noch eine centrale Finsterniss eintreten, wenn der Mond ungefähr um $\frac{1}{27}$ seiner Bahn oder gegen 12000 Meilen von einem Knoten entfernt ist. Wenn die centrale Finsterniss nicht mehr möglich ist, weil der Mond dazu zu hoch oder zu tief in Bezug auf die Ekliptik steht, so kann doch noch eine partielle Sonnenfinsterniss statthaben. Die Mondscheibe kann einen Theil der Sonnenscheibe bedecken. Wenigstens partielle Finsterniss muss stattfinden, wenn der Mond weniger als $\frac{1}{27}$ seiner

Bahn oder gegen 12000 Meilen von einem Knoten entfernt ist, und es kann unter günstigen Umständen selbst dann noch eine partielle Finsterniss gesehen werden, wenn der Mond fast $\frac{1}{18}$ seiner Bahn oder gegen 18000 Meilen von einem Knoten absteht. Ist er aber weiter als $\frac{1}{18}$ seiner Bahn von einem Knoten entfernt, dann steht er jedenfalls zu hoch oder zu tief, als dass seine Scheibe, selbst nur der geringste Theil derselben, vor der Sonnenscheibe stehend gesehen werden könnte. Da der Mond in jeder Minute ungefähr 8 Meilen in seiner Bahn zurücklegt, so legt er 6770 Meilen in beiläufig 14 Stunden, 12000 Meilen, in beiläufig 25 Stunden und 18000 Meilen in beiläufig 37½ Stunde zurück. Wenn also die Conjunction weniger als 14 Stunden vor oder nach seinem Durchgange durch einen Knoten eintritt, so muss eine centrale Finsterniss statthaben, tritt dieselbe zwischen 14 Stunden und 25 Stunden vor oder nach seinem Durchgange durch einen Knoten ein, so kann unter günstigen Umständen noch eine centrale Sonnenfinsterniss stattfinden. Wenigstens partielle Sonnenfinsterniss muss entstehen, wenn die Conjunction weniger als 25 Stunden vor oder nach dem Knoten-Durchgang statt hat, und es kann eine partielle Sonnenfinsterniss unter günstigen Umständen noch entstehen, wenn die Conjunction zwischen 25 und 37½ Stunden vor oder nach seinem Durchgange durch einen Knoten stattfindet. Bei früher oder später als 37½ Stunden vor oder nach seinem Knoten-Durchgange erfolgender Conjunction kann der Mond nicht mehr nahe genug der Sonne zur Hervorbringung einer Sonnenfinsterniss stehen. Es sind diese Zahlenangaben nur annähernd richtig, und sie sollen nur den Weg bahnen helfen zum Standpunkt, auf welchem wir einen Ueberblick über das Gebiet gewinnen, welches wir zu durchschreiten haben, um zu genaueren Resultaten in Zahlenangaben für eine Sonnenfinsterniss zu gelangen.

Cap. II.

Erörterungen über die Elemente, die Grenzen und die Wiederkehr der Sonnenfinsternisse.

Die im vorhergehenden Capitel angestellten Betrachtungen enthalten Vorübungen zur innern Anchauung der bei Sonnenfinsternissen statthabenden Raum- und Zeit-Verkältnisse, der Stellungen von Sonne, Mond und Erde, und der durch die Bewegung der beiden letzteren im Verlaufe der Zeit allmählig bewirkten Veränderungen in diesen Stellungen. Die daselbst vorgeführten Bewegungserscheinungen, gegebenen Begriffsbestimmungen und gemachten Zahlenangaben sollen nun in Folgendem vervollständigt, erweitert und schärfer abgegrenzt werden.

Unter Elementen versteht man bestimmte aus dem Stand und Lauf von Sonne und Mond zur Zeit der Sonnenfinsterniss abgeleitete Zahlenangaben, welche den über den Verlauf der Verfinsterung anzustellenden Berechnungen zu Grunde gelegt werden. Die Finsternissgrenzen enthalten die Bedingungen des Standes des Mondes in seiner Bahn, unter welchen eine Finsterniss nothwendig, möglich oder unmöglich ist. Die Wiederkehr der Sonnenfinsternisse, welche eine gewisse Periodicität aufzeigt, wird aus den Grenzen und der Rückkehr des Mondes zu den Knoten und zur Conjunction mit der Sonne ermittelt. Die Betrachtungen über Elemente, Grenzen und Wiederkehr greifen mehrfach in einander ein, so dass dieselben füglich zugleich neben einander in Erwägung gezogen werden können. Einige dabei gelegentlich gemachte astronomische Mittheilungen, wer-

den dazu dienen, den Gesichtskreis zu erweitern und dadurch die Auffassung der hier zu behandelnden Gegenstände zu erleichtern und die Anschauung derselben zu klären und zu deutlichen.

Die Erde vollendet in ihrer elliptischen Bahn in 365 Tagen 6 Stunden 9 Minuten 11 Sekunden einen siderischen Umlauf um die im Brennpunkt der Bahn stehende Sonne. Die Bahn, welche die Erde in einem Jahr durchläuft, misst etwas mehr als 129825000 Meilen. In derselben legt sie im Mittel täglich 355440 Meilen zurück. Wenn sie in der Sonnennähe sich befindet, so durchläuft sie täglich gegen 367650 Meilen, in der Sonnenferne täglich gegen 343760 Meilen. Es werden aber in der Regel diese Geschwindigkeiten nicht nach Meilen angegeben, sondern durch Winkelgrössen bezeichnet. Man denkt sich nämlich fortwährend eine gerade Linie vom Mittelpunkt der Sonne bis zu dem Mittelpunkt der Erde. Diese Linie heisst Radiusvector oder Zuglinie. Dieselbe hat nicht das ganze Jahr hindurch stets eine und dieselbe Länge, sie ist am kleinsten, wenn die Erde sich im Perihel (in der Sonnennähe) befindet, wächst nun allmählig bis zum Stand der Erde im Aphel (in der Sonnenferne), und nimmt von hier an wieder allmählig ab. Die Erde steht im Perihel 20334825 Meilen und im Aphel 21030055 Meilen von der Sonne entfernt. Die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne beträgt 20682440 Meilen. Man pflegt diese Entfernungen nach Erdhalbmessern à 859,44 geogr. Meilen, oder nach Sonnenhalbmessern à 96304 geogr. Meilen auszudrücken. Demnach würde die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne 24043 Erdhalbmesser oder 214,42 Sonnenhalbmesser betragen. [108 an einander gereihete Sonnen würden eine Brücke von der Erde bis zur Sonne bilden.] Dieser Radiusrector nun hat stets den einen Endpunkt in dem Sonnenmittelpunkt; der andere Endpunkt desselben liegt im Mittelpunkt der Erde und bewegt sich mit diesem in einem Jahre durch 360°. Es macht also der Radiusvector der Erde in der Ebene der Ekliptik in einem Jahre eine vollständige Umdrehung um den Sonnenmittelpunkt. Die mittlere Geschwindigkeit bei dieser Umdrehung, der Winkel, welchen der Radiusvector dabei beschreibt, beträgt täglich 59′ 8″,3, die grösste Geschwindigkeit (zur Zeit, da die Erde im Perihel ist), beträgt 1° 1′ 10″,1, die kleinste Geschwindigkeit (da

die Erde im Aphel) nur 57′11″,7. Ebenso wie die Erde von der Sonne aus gesehen in einem Jahre einen vollständigen Umlauf unter den Fixsternen am Himmel zu machen scheint, in gleicher Weise scheint die Sonne, von der Erde aus gesehen, in einem Jahre in einem grössten Kreise einen vollständigen Umlauf unter den Fixsternen am Himmel zu machen. Man kann nun Winkelgrössen auch durch Kreisbogen bezeichnen. Die Sonne durchläuft also scheinbar am Himmel bei mittlerer Geschwindigkeit täglich einen Bogen von 59′ 8″,3, bei grösster von 1° 1′ 10″,1, bei kleinster von 57′ 11″,7. Man nennt dieses Fortschreiten der Sonne in der Ekliptik die Bewegung der Sonne in Länge. Diese Bewegung der Sonne in Länge geschieht jetzt (1857) am 1. Januar am schnellsten und am 2. Juli am langsamsten. Es ändert sich dies aber mit der Zeit. Die Apsidenlinie, die gerade Linie vom Perihelpunkt zum Aphelpunkt, dreht sich, aber ungemein langsam (in einem Jahre in Bezug auf die Stellung der Fixsterne um 11″,25, und in Bezug auf den Frühlingspunkt um 61,″47) von Westen nach Osten. Daher kommt es, dass nach je 58 Jahren das Geschwindigkeits-Maximum, so wie auch das Minimum derselben um 1 Tag später eintritt.

Bei den für den Verlauf der Sonnenfinsterniss anzustellenden Berechnungen ist vorher zu ermitteln, in welchem Punkt ihrer Bahn die Sonne zu dieser Zeit stehe, und mit welcher Geschwindigkeit der Bewegung in Länge hier die Sonne fortschreite. Es wird, wie schon erwähnt worden, anstatt der wirklichen Bewegung der Erde hier stets die scheinbare Bewegung der Sonne angesetzt. In Betreff der Geschwindigkeit in Länge ist zu bemerken, dass stets der Winkel, welchen der Radiusvector in einer Stunde zurücklegt, bei dieser Elementenangabe als Maass angeführt wird. In den astronomischen Jahrbüchern ist für jeden Tag des Jahres und zwar für den Zeitpunkt Mittags 12 Uhr der Stand der Sonne in der Ekliptik angegeben, so dass man aus den Angaben für zwei auf einander folgende Mittage die Stundenbewegung der Sonne in Länge leicht ermitteln kann. Bei der am 15. März 1858 eintretenden Sonnenfinsterniss ist die Stundenbewegung der Sonne in Länge: 2′ 29″,3, d. h. die Sonne durchläuft um diese Zeit in einer Stunde einen Bogen von 2′ 29″,3 in der Ekliptik. Am 15. März Mittags 12 Uhr, Berl.

mittl. Zeit ist nach Angabe des Berl. astron. Jahrbuches für 1858, der Standort der Sonne in der Ekliptik 354° 36′ 14″,5, am 16. März Mittags 12 Uhr ist derselbe 355° 35′ 56″,9, die Sonne ist also in 24 Stunden um 59′ 42″,4 fortgeschritten, dies giebt für eine Stunde: 2′ 29″,3.

Die Stundenbewegung der Sonne in Länge, mot. hor. ⊙ L., gehört zu den Elementen der Sonnenfinsterniss.

Bei der Ortsbestimmung der Sonne in ihrer scheinbaren Bahn muss man von einem bestimmten Punkte in derselben ausgehen, man muss einen Anfangspunkt annehmen, um dann anzeigen zu können, um wie viel Grade zu irgend einer Zeit die Sonne von diesem Punkte entfernt sei. Als diesen Ausgangspunkt nimmt man denjenigen Punkt an, in welchem die Ekliptik den Himmelsäquator durchschneidet. Die Ekliptik, welche am 15. März 1858 23° 27′ 37″,45 gegen den Aequator geneigt ist, in dem laufenden Jahrhundert jährlich um 0″,4758 diese Neigung verringert, bei der Ab- und Zunahme aber zwischen den Grenzen 21° und 27° bleibt, und im Laufe des Jahres ausserdem geringen Schwankungen (sie betragen nur Bruchtheile von Sekunden) unterworfen ist, die Ekliptik nun durchschneidet den Himmelsäquator in zwei Punkten, das einemal zur Frühlingszeit, das anderemal zur Herbstzeit. Von diesen Punkten nimmt man als Anfang der Gradzählung den Frühlingspunkt an. Von diesem Frühlingsäquinoctialpunkt aus rechnet man nun in der Richtung von Westen nach Osten, um wieviel Grade die Sonne seit ihrem letztmaligen Stande in demselben fortgeschritten ist, und nennt diesen in Graden ausgedrückten von der Sonne scheinbar durchlaufenen Bogen kurzweg: die Länge der Sonne. Man würde sich sehr schwerfällig ausdrücken, wenn man statt Länge der Sonne jedesmal sagen wollte: die Länge des Bogens, welchen die Sonne in der Ekliptik vom Frühlingsäquinoctialpunkte an in westlicher Richtung bis zu einem bestimmten Zeitpunkte durchlaufen hat. Am 20. März tritt die Sonne in den Frühlingspunkt. Zur Zeit der Conjunction von Mond und Sonne 1858. März 15. 0^h 56^m 31^s,1 wahre Berl. Zeit ist die Länge der Sonne 354° 38′ 57″,5.

Die Conjunction 0^h 56^m 31^s,1 w. B. Z. giebt in Folge der Zeitgleichung, welche am 15. März + 9^m 7^s,46 beträgt, 1^h 5^m 38^s,6 nach

dem Berl. mittl. Mittag. In einer Stunde nimmt die Länge der Sonne um 2′ 29″,3 in 1 St. 5 M. 38,6 Sek. um 2′ 42″,9. Zur Zeit des Berl. mittl. Mitt. 15. März ist die Länge der Sonne 354° 36′ 14″,5 folgl. ist um 1^h 5^m 38^s,6 die Länge der Sonne 354° 38′ 57″,5.

Die Länge der Sonne, L. ⊙, gehört zu den Elementen der Sonnenfinsterniss.

Die Erde beschreibt bei ihrem jährlichen Lauf um die Sonne eine Bahn, welche in einer Ebene, in der Ekliptikebene, liegt. Die Erde erhebt sich nicht über diese Ebene und vertieft sich nicht unter dieselbe. Daher scheint, von der Erde aus gesehen, die Sonne, welche inmitten der Ebene der Erdbahn steht, sich auch nicht über die Ekliptikebene zu erheben noch unter dieselbe zu vertiefen. Das ganz geringe Abweichen der Erde von ihrem Gange in der Ekliptikebene, so dass die Erde bald ein wenig über, bald ein wenig unter dieser Ebene fortschwebt, welches aber nicht einmal die Grösse von einer Bogensekunde erreicht, lassen wir hier ganz unberücksichtigt. Stände die Erde einmal über der Ekliptikebene, so würde, von der Erde aus gesehen, die Sonne in entgegengesetzter Richtung unter derselben zu stehen scheinen; die Gesichtslinie von der über der Ekliptikebene stehenden Erde zur Sonne durchstäche die Ekliptikebene an dem Orte der Sonne und träfe weiter fortgeführt das scheinbare Himmelsgewölbe auf der entgegengesetzten Seite unter dieser Ebene. Da nun die Erde in der Ekliptikebene ihren Weg nimmt, und daher auch die Sonne ihren scheinbaren Lauf fortwährend in der Ekliptikebene behält: so hat weder die Erde noch die Sonne Breite. Würde die Sonne oder die Erde nach dem Nordpol hin aus der Ekliptikebene heraustreten, so erhielte sie nördliche Breite, im entgegengesetzten Falle, nämlich in dem Falle des Heraustretens nach dem Südpole hin, südliche Breite. Das Heraustreten aus der Ekliptikebene oder das Verweilen über oder unter derselben verursacht oder bedingt die Breite. Je mehr ein Himmelskörper über der Ekliptikebene erhoben ist, desto grösser ist seine nördliche Breite, je mehr er unter dieselbe sich vertieft, desto grösser ist seine südliche Breite. Wir Bewohner der nördlichen Erdhälfte können die Richtung nach Norden als Erheben und die Richtung nach Süden als Vertiefen bezeichnen; bei den Bewohnern der südlichen Erdhälfte würde

die Bezeichnung umgekehrt sein müssen. Wir haben den Nordpol mehr oder weniger hoch über uns, diese haben den Südpol über sich.

Die Breite wird ebenfalls, wie die Länge, nach dem Winkel der Erhebung über oder Vertiefung unter die Ekliptikebene bestimmt. Dabei giebt es zweierlei Breiten, nämlich heliocentrische und geocentrische. Nehmen wir für einen Augenblick nicht die Sonne und nicht die Erde, sondern einen andern Himmelskörper z. B. Merkur an, um den Begriff „Breite" näher zu bestimmen.

Ich denke mir eine gerade Linie aus dem Sonnenmittelpunkt zu dem Mittelpunkt des Merkur; dies ist der eine Schenkel des Breitenwinkels; ich bestimme denjenigen Punkt, welcher senkrekt unter (oder über, wenn Merkur südlich steht) Merkur in der Ekliptikebene liegt, und denke mir wiederum eine gerade Linie aus dem Sonnenmittelpunkt zu diesem Punkt in der Ekliptikebene*); dies ist der andere Schenkel des Breitenwinkels. Die Spitze dieses Winkels liegt im Sonnenmittelpunkte. Da nun dies die Breite ist, wie sie vom Sonnenmittelpunkt aus gesehen erscheinen würde, so nennt man dieselbe heliocentrische Breite.

Ich bilde eine gerade Linie aus dem Erdmittelpunkt zu dem Mittelpunkt des Merkur, wodurch ich wiederum einen Schenkel des Breitenwinkels erhalte, und bestimme die Projection dieser Geraden auf die Ekliptikebene, welche in der Ekliptikebene liegende Projection den anderen Schenkel des Breitenwinkels ausmacht. Die Spitze dieses Winkels liegt diesmal im Erdmittelpunkte. Da nun dies die Breite ist, wie sie vom Erdmittelpunkt aus gesehen erscheint, so nennt man dieselbe geocentrische Breite.

Die Sonne hat keine Breite, gleich wie auch die Erde keine Breite hat.

---

*) Wenn man aus einem in der Ekliptikebene liegenden Punkte zu einem ausserhalb derselben befindlichen Punkt eine gerade Linie bildet, von diesem zweiten Punkte eine Senkrechte auf die Ekliptikebene fällt, und denjenigen Punkt, in welchem diese Senkrechte die Ekliptikebene trifft, mit dem erstgenannten Punkt durch eine gerade Linie verbindet, so ist diese in der Ekliptikebene liegende Verbindungslinie die Projection jener geraden Linie auf die Ekliptikebene. Wir werden der Kürze wegen im Folgenden diese Bezeichnung anwenden.

Da die Sonne überhaupt keine Breite hat, so kann bei ihr auch weder eine Zunahme der Breite noch eine Abnahme derselben statthaben.

Bei dem Monde werden wir die Breite selbst und die stündliche Veränderung derselben unter den Elementen angeführt finden; und aus diesem Grunde ist hier über die nicht vorhandene Breite der Sonne eine Erörterung angestellt worden.

Jeder Gegenstand, welcher seine Grösse nicht verändert, erscheint einem Beobachter grösser, wenn er diesem näher, kleiner hingegen, wenn er von ihm entfernter ist. Da nun die Sonne Anfang Januar der Erde am nächsten ist, so muss sie auch zu dieser Zeit dem Beobachter auf der Erde am grössten erscheinen, hingegen muss sie am 2. Juli, zu welcher Zeit sie von der Erde am entferntesten ist, ihre kleinste scheinbare Grösse haben. Die wirkliche Grösse des Sonnenhalbmessers wird nach Meilen angegeben; sie beträgt 96304 geographische Meilen. Der scheinbare Halbmesser der Sonne beträgt am 1. Januar 16′ 17″,29, am 2. Juli 15′ 45″,05. Wie gross zur Zeit einer Sonnenfinsterniss der Halbmesser der Sonne erscheine, muss zur Berechnung des Verlaufes der Sonnenfinsterniss angegeben sein. In den astronomischen Jahrbüchern findet man denselben für jeden Tag des Jahres angezeigt. Am 15. März 1858 erscheint der Halbmesser der Sonne in der Grösse = 16′ 5″, 6.

Der scheinbare Sonnenhalbmesser, ⊙ R, gehört zu den Elementen der Sonnenfinsterniss.

Von der Sonne aus gesehen erscheint der Halbmesser der Erde, welcher 859,44 Meilen beträgt, klein in Folge der grossen Entfernung. Der Winkel, welchen man erhält, wenn man aus dem Mittelpunkt der Sonne eine gerade Linie zum Mittelpunkte der als Scheibe erscheinenden Erde und eine zweite Gerade an den Rand derselben gelegt, sich vorstellt, giebt für einen Beobachter im Mittelpunkt der Sonne die scheinbare Grösse des Erdhalbmessers an. Man nennt diesen Winkel die Horizontalparallaxe der Sonne. Die Gesichtslinie eines im Mittelpunkt der Erde gedachten Beobachters und die Gesichtslinie eines andern Beobachters, welcher die Sonne an seinem Horizonte erblickt, bilden am Sonnenmittelpunkte diesen Winkel. Die Horizontalparallaxe der Sonne beträgt am 1. Januar 8″,72 und am

2. Juli 8″,44. Man pflegt für die Sonnenparallaxe meistens 8″,6 anzusetzen, also die mittlere Grösse derselben. Am 15. März 1858 beträgt dieselbe 8″,62.

Die Horizontalparallaxe der Sonne, $\odot^{r}$, gehört zu den Elementen der Sonnenfinsterniss.

Von der Horizontalparallaxe ist die Höhenparallaxe zu unterscheiden. Wenn die Sonne sich über meinen Horizont erhoben, irgend eine Höhe eingenommen hat, und ich stelle mir aus dem Sonnenmittelpunkt eine gerade Linie zu mir und eine andere zum Erdmittelpunkt vor, so sieht ein Beobachter im Sonnenmittelpunkt ebenfalls eine scheinbare Grösse des Erdhalbmessers in diesem Winkel. Derselbe wird ihm aber jetzt kleiner erscheinen, als im vorhergehenden Falle, und desto kleiner je höher die Sonne über meinem Horizonte steht.

Stände die Sonne in meinem Scheitelpunkt, so würden die so eben angegebenen beiden Gesichtslinien aus dem Sonnenmittelpunkt, die eine zu mir, die andere zum Mittelpunkt der Erde gedacht, als eine Linie erscheinen, die scheinbare Grösse des Erdradius bei dieser Stellung würde gleich Null sein.

Der Mond macht einen vollständigen siderischen Umlauf um die Erde in seiner elliptischen Bahn in 27 Tagen 7 St. 43 M. 12 Sek. Diese Mondbahn hat eine Länge von beiläufig 325500 Meilen. In einem Tage durchläuft also der Mond bei mittlerer Geschwindigkeit 10900 Meilen, in einer Minute gegen 8¼ Meile. Die Erde läuft in ihrer Bahn im Mittel fast 30mal so schnell als der Mond in der seinigen. Wenn der Mond sich in der Erdnähe befindet, so ist seine Fortbewegung in der Bahn schneller, er durchläuft hier in einer Minute gegen 8¾ Meilen. Befindet sich der Mond in der Erdferne so bewegt er sich langsam fort, er durchläuft hier in einer Minute 7¾ Meilen. In einem Brennpunkt dieser elliptischen Bahn steht die Erde. Man denkt sich auch hier eine gerade Linie fortwährend aus dem Mittelpunkt der Erde nach dem Mittelpunkt des Mondes gehend. Diese heisst der Radiusvector des Mondes. Der eine Endpunkt des Radiusvector des Mondes liegt also im Mittelpunkt der Erde, der andere bewegt sich mit dem Mondmittelpunkt um die Erde, und somit beschreibt dieser Radiusvector bei einer Umdrehung eine Fläche, die Mondbahnebene. Die Geschwindigkeit der Fortschreitung des

Mondes in seiner Bahn wird ebenfalls nicht linear, d. h. nicht nach der Anzahl der in einer gegebenen Zeit z. B. in einer Minute, durchlaufenen Meilen, bezeichnet, sondern es geschieht dies nach dem vom Rad. vector in dieser Zeit am Erdmittelpunkt durch seine Drehung beschriebenen Winkeln. Diese mittlere Winkelgeschwindigkeit beträgt bei mittlerer Entfernung des Mondes von der Erde, bei der Entfernung 51800 Meilen, gegen 33 Bogensecunden in 1 Zeitminute, bei grösster Entfernung, welche 54640 Meilen beträgt, gegen 30 Bogensekunden in 1 Zeitminute, bei kleinster Entfernung, 48960 Meilen, gegen 36 Bogensekunden in 1 Zeitminute.

Die Mondbahnebene liegt nicht in der Ebene der Ekliptik; der Mond in seiner Bahn steigt über die Ekliptikebene empor bis zu einer gewissen Höhe, geht dann wieder zu derselben zurück, steigt unter die Ekliptikebene hinab, bis zu einer gewissen Tiefe und kehrt dann wieder aufwärts zu derselben zurück, um von neuem über dieselbe emporzusteigen u. s. w. Dabei kann sich der Mond bis gegen 5050 Meilen über die Ekliptikebene erheben und auch so weit unter dieselbe vertiefen. Bei diesem in Bezug auf die Ekliptikebene schrägen Laufe des Mondes, durchschneidet der Mond dieselbe in zwei Punkten, welche Knoten heissen, aufwärts gehend im aufsteigenden Knoten, ☊, niederwärts gehend, im niedersteigenden Knoten, ☋. Jener Knoten heisst auch Drachenkopf, dieser Drachenschwanz. Eine grade Linie von ☋ bis ☊ bildet die Durchschnittslinie der Mondbahnebene und der Ebene der Ekliptik. Diese Durchschnittslinie geht zugleich durch den Mittelpunkt der Erde. Die Ebene der Mondbahn bildet mit der Ekliptikebene einen Winkel, welcher jetzt 5° 8′ 48″ beträgt, und zwischen den Grenzen 5° 0′ und 5° 18′ veränderlich ist.

Um den jeweiligen Standpunkt des Mondes, welchen derselbe in seiner Bahn einnimmt, anzugeben, betrachtet man zunächst diesen Mondort in Bezug auf die Ekliptik. Man ermittelt die Länge und Breite des Mondes für die gegebene Zeit.

Die heliocentrische Länge des Mondes würde man erhalten, wenn man die Gesichtslinie aus dem Sonnenmittelpunkt zu dem Mittelpunkt des Mondes auf die Ebene der Ekliptik projicirte (Siehe. S. 36) und den Winkel bestimmte, welchen diese Projection mit einer ge-

raden Linie bildet, die man aus dem Sonnenmittelpunkt zu dem Frühlingspunkt in der Ekliptik zöge, wobei man aber von dieser letzteren Linie ostwärts nach der Projection hin rechnen müsste. Wir werden aber hier der heliocentrischen Länge des Mondes nicht weiter bedürfen.

Die heliocentrische Breite des Mondes ist derjenige Winkel, welchen am Sonnenmittelpunkt die Gesichtslinie von diesem nach dem Standorte des Mondmittelpunktes mit ihrer Projection auf die Ebene der Ekliptik bildet. Auch dieser heliocentrischen Breite bedürfen wir hier nicht.

Die geocentrische Länge des Mondes erhält man, wenn man aus dem Erdmittelpunkt eine Gerade nach dem Mondmittelpunkt annimmt, diese Gerade auf die Ebene der Ekliptik projicirt und bestimmt, wie gross der Winkel ist, welchen diese Projection mit der Geraden bildet, die vom Erdmittelpunkte nach dem Frühlingspunkt geht. Man rechnet auch hierbei ostwärts von letzterer Geraden nach jener Projection hin. 1858 März 15. 0^h $56^m \cdot 31^s,1$ w. Berl. Zeit beträgt die Länge des Mondes 354^0 38′ 57″,5. Man berechnet dies aus den Mondtafeln, oder aus den Angaben, die in astronomischen Jahrbüchern über den Mondlauf enthalten sind. Da nun zu dieser Zeit die Sonne dieselbe Länge hat, welche für den Mond gefunden wird, so tritt in diesem Moment die Conjunction von Sonne und Mond ein.

Die Länge des Mondes, L. ☾., gehört zu den Elementen der Sonnenfinsterniss.

Indem der Rad. vector des Mondes sich von Westen nach Osten mit dem Laufe des Mondes fortbewegt, geht auch dessen Projection auf die Ekliptikebene in dieser Richtung vorwärts, d. h. die Länge des Mondes wird allmählig immer grösser. Diese Zunahme der Länge des Mondes geschieht nicht gleichmässig. Die Geschwindigkeit der Fortschreitung der Projection des Rad. vector ist veränderlich. Dieselbe ist abhängig von der Geschwindigkeit des Mondes in seiner Bahn und vom Abstande des Mondes von den Knoten. Aus den Mondtafeln oder auch aus den astron. Jahrbüchern lässt sich die Geschwindigkeit des Mondes in Länge für eine gegebene Zeit ermitteln. Man giebt dabei an, um wie viel die Länge des Mondes zur Zeit der Conjunction in

einer Stunde zunehme. 1558. März 15. 0^h 56^m $31^s,1$ w. Berl. Zeit beträgt die Stundenbewegung des Mondes in Länge 34′ 18″,4.

Die Stundenbewegung des Mondes in Länge, mot. hor. ☾. L., gehört zu den Elementen der Sonnenfinsterniss.

Wir fanden bereits, dass zu der genannten Zeit die Stundenbewegung der Sonne in Länge 2′ 29″,3 beträgt. Der Mond geht demnach in Länge schneller als die Sonne, und zwar um stündlich 31′ 49″,1. Nehmen wir nun hier an, die Sonne bewege sich auch scheinbar nicht, sondern nur der Mond, so würden wir diese Differenz: 31′ 49″,1 als Stundenbewegung des Mondes in Länge ansetzen müssen. Man nennt diese Differenz die relative Stundenbewegung des Mondes in Länge. Wir werden bei der Sonnenfinsterniss-Zeichnung und Berechnung von dieser relativen Stundenbewegung des Mondes in Länge Gebrauch machen, da es sich hierbei nur um Annäherung an die Sonne und Entfernung von derselben handelt.

Die geocentrische Breite des Mondes ist derjenige Winkel, welchen der Rad. vector des Mondes mit seiner Projection auf die Ekliptikebene am Mittelpunkt der Erde bildet. Ein im Mittelpunkt der Erde gedachtes Auge schaue zunächst nach dem Mondmittelpunkt, und dann senke es allmählig diesen Gesichtsstrahl in senkrechter Richtung auf die Ekliptikebene, wenn der Mond über der Ekliptikebene steht, oder es erhebe denselben in senkrechter Richtung zur Ekliptikebene, wenn der Mond unter dieser steht. Dieser Winkel, um welchen sich der Gesichtsstrahl hierbei senkt oder hebt, die geocentrische Breite, ist am grösstmöglichen, wenn der Mond sich am weitesten über die Ekliptik erhoben oder unter dieselbe vertieft hat, in dem Augenblick wo der Mond vom Steigen zum Fallen oder vom Fallen zum Steigen übergeht. Dieser Winkel ist gleich Null, wenn der Mond in der Ekliptikebene selbst steht, wenn er sich in einem der beiden Knoten befindet. Man nennt diesen Winkel positiv und bezeichnet ihn durch +, wenn der Mond sich auf der Nordseite der Ekliptik, also für uns über derselben, befindet; er ist negativ und wird durch — bezeichnet, wenn der Mond sich auf der Südseite der Ekliptik, also für uns unter derselben befindet. Die Breite des Mondes zu irgend einer Zeit kann ebenfalls aus den Mondtafeln entnommen, oder aus den astronomischen Jahrbüchern abge-

leitet werden. Es beträgt die Breite des Mondes 1858. März 15. $0^h\ 56^m\ 31^s,1$ w. Berl. Zeit $+\ 0^\circ\ 37'\ 42'',9$. Aus dieser Angabe ersehen wir, dass der Mond sich nördlich von der Ekliptik befindet, ferner, dass er nicht fern von einem Knoten absteht (weil die Breite gering und die Zunahme der Breite in der Nähe der Knoten am grössten ist). Der Mond ist ungefähr 7° vom ☊ entfernt. Es würden ungefähr 14 dicht neben einander gestellte Monde scheinbar vom Standorte des Mondes bis zum aufsteigenden Knoten der Mondbahn reichen. Ob aber der Mond im Aufsteigen, also nach dem aufsteigenden Knoten, oder im Niedersteigen, also vor dem niedersteigenden Knoten sich befinde, dies können wir unmittelbar aus dieser Angabe noch nicht ersehen.

Die Breite des Mondes, B. ☾, gehört zu den Elementen der Sonnenfinsterniss.

Die Breite des Mondes verändert sich allaugenblicklich. Indem der Mond bei seinem in Bezug auf die Ekliptikebene schrägen Lauf von den Knoten sich entfernt, nimmt seine nördliche oder südliche Breite zu; der Winkel des Radius vector und seiner Projection auf die Ekliptikebene wird immer grösser. Ungefähr in der Hälfte der Mondbahn über der Ekliptikebene, und ebenso auch unter derselben, erhält der Breitenwinkel seinen grössten Werth nämlich jetzt 5° 8′ 48″. Die lineare Entfernung des Mondes von der Ekliptikebene ist allerdings am grössten, wenn der Breitenwinkel seinen grössten Werth erlangt hat; aber man hat bei der Berechnung der linearen Grösse stets noch in Erwägung zu ziehen, ob der Mond zugleich in der Erdferne oder in der Erdnähe stehe, kurz wie weit er zugleich von der Erde entfernt sei. Je entfernter hierbei der Mond von der Erde ist, desto grösser wird bei dieser erreichten grössten Breite auch der lineare Abstand des Mondes von der Ebene der Ekliptik sein. Wenn der Mond, möge er nördlich oder südlich von der Ekliptikebene sich befinden, nordwärts sich fortbewegt, so ist dies ein Aufsteigen und wird durch + bezeichnet; dabei nimmt die nördliche Breite zu oder die südliche Breite nimmt ab. Bewegt der Mond sich südwärts fort, er möge nördlich oder südlich von der Ekliptikebene stehen, so ist dies ein Niedersteigen und wird durch — bezeichnet; dabei nimmt die nördliche Breite ab und die südliche

Breite nimmt zu. Es ist schon angedeutet worden, dass der Mond in der Nähe der Knoten seine Breite am schnellsten verändert und am langsamsten, wenn er seinen höchsten oder tiefsten Stand eingenommen hat. Die schnelle Veränderung der Breite bei den Knoten wird noch vergrössert, wenn der Mond dabei sich zugleich in der Erdnähe befindet, indem er hier an und für sich schon den schnellsten Lauf hat. Die langsame Veränderung der Breite bei der grössten Entfernung von der Ekliptik wird vergrössert, wenn der Mond zugleich in der Erdferne steht, indem hier sein langsamstes Fortschreiten stattfindet. Die Veränderungen der Breite des Mondes werden ebenfalls nach den Mondtafeln oder astron. Jahrbüchern bestimmt. Man giebt hierbei an, um wie viel der Mond im Verlauf von einer Stunde seine Stellung in Breite verändere. Da nun während der Dauer der Verfinsterung die Zunahme oder Abnahme der Breite des Mondes selbst wieder Veränderungen unterworfen ist, so nimmt man gleichsam eine mittlere Zunahme oder Abnahme an. Man setzt nämlich die Breitenveränderung, welche gerade zur Zeit der Conjunction während einer Stunde erfolgt, als Stundenbewegung des Mondes in Breite an. 1858. Mrz. 15. 0^h 56^m $31^s,1$ w. Berl. Zeit beträgt die Stundenbewegung des Mondes in Breite $+ 3' \; 8'',7$. Hieraus nun ersieht man, dass der Mond sich im Aufsteigen befinde, und da er ausserdem nördliche Breite hat, wie wir unmittelbar vorher gesehen haben, so befindet er sich nach seinem aufsteigenden Knoten, also östlich und zugleich nördlich von demselben.

Die Stundenbewegung des Mondes in Breite, mot. hor. ☾ Br., gehört zu den Elementen der Sonnenfinsterniss.

Bei der Stundenbewegung des Mondes in Länge betrachteten wir schliesslich eine relative Stundenbewegung in Länge. Da die Sonne keine Bewegung in Breite hat, so wird auch keine relative Stundenbewegung des Mondes in Breite eingeführt, indem diese sich von der Stundenbewegung des Mondes in Breite überhaupt nicht unterscheiden würde.

Die Mondparallaxe, d. h. die scheinbare Grösse des Erdhalbmessers vom Mond aus gesehen, ist wieder entweder Horizontalparallaxe oder Höhenparallaxe. Ein Beobachter auf dem Mond würde die Erdkugel als Kreisscheibe sehen. Die beiden von einem

im Mittelpunkte des Mondes gedachten Auge nach dem Mittelpunkte der Erdscheibe und dem Rande derselben gehenden Gesichtslinien bilden an diesem Auge den Winkel der Horizontalparallaxe des Mondes. Ein Beobachter auf der Erde, da befindlich, wo die letztere dieser beiden Gesichtslinien die Erdkugel trifft, sieht so eben den Mond aufgehen, er erblickt den Mond am Horizonte.

Wenn nun der Mond, in Folge der täglichen Umdrehung der Erde, irgendwelche Höhe über meinem Horizont erreicht hat, und ich stelle mir vor, es werde eine gerade Linie vom Mondmittelpunkt zu mir, eine zweite Gerade vom Mondmittelpunkt zum Erdmittelpunkt, nud eine dritte Gerade von mir zum Mittelpunkt der Erde gebildet, so ist die letztgenannte ein Halbmesser der Erde und die beiden andern vom Mondmittelpunkt ausgehenden Geraden sind nach den beiden Endpunkten dieses Halbmessers gerichtet. Der Winkel, welchen diese beiden Geraden am Mondmittelpunkt bilden, heisst Höhenparallaxe des Mondes, und derselbe ist desto kleiner je höher der Mond über dem Horizonte steht. Es wird hierbei ebenfalls ein Erdhalbmesser gleichsam vom Monde einvisirt, aber jetzt steht der Erdhalbmesser nicht mehr senkrecht auf einer der beiden zu seinen Endpunkten gehenden Visirlinien, sondern er steht schräg auf beiden, und erscheint dadurch verkürzt.

Die Horizontalparallaxe des Mondes ist grösser, wenn der Mond der Erde näher, hingegen kleiner, wenn derselbe von der Erde entfernter ist. Ausserdem kommt es noch darauf an, ob ein Halbmeser der Erde, welcher aus dem Mittelpunkt derselben zum Aequator, ein Aequatoreal-Halbmesser, oder ein Halbmesser, welcher zum Pol geht, der Polar-Halbmesser, als vom Mond aus betrachtet, angenommen wird. Ein Aequatoreal-Halbmesser der Erde ist gegen 3 Meilen grösser als ein Polarhalbmesser. Wenn bei den Angaben der Mondparallaxe eine nähere Bezeichnung nicht beigefügt ist, so beziehen sich die Angaben in der Regel auf Aequatoreal-Horizontal-Parallaxe. Diese beträgt bei der mittleren Entfernung des Mondes von der Erde: 57′ 1″, bei der grössten Entfernung: 53′ 48″ und bei der kleinsten 61′ 24″. Es sind hierbei sowohl die für die grösste als auch für die kleinste Parallaxe günstigen Fälle als zusammentreffend und so in dem einen und in dem andern Falle die Wirkung ver-

grössernd angenommen worden. 1858. Mrz. 15. 0^h 56^m 31^s,1 w. Berl. Zeit beträgt die Parallaxe des Mondes 58′ 14″,4.

Die Parallaxe des Mondes ☾π, gehört zu den Elementen der Sonnenfinsterniss.

Der Halbmesser des Mondes enthält 234 geographische Meilen. Je nachdem der Mond der Erde näher oder von ihr entfernter ist, erscheint die Mondscheibe grösser oder kleiner. Die scheinbare Grösse des Mondhalbmessers beträgt bei mittlerer Mondentfernung 15′ 34″, bei grösster Entfernung 14′ 23″ und bei kleinster Entfernung 16′ 45″. Dieser kleinste und grösste scheinbare Mondhalbmesser entstehen, wenn in dem einen Fall wie in dem andern jedesmal alle günstigen Umstände zusammentreffen. 1858. Mrz. 15. 0^h 56^m 31^s,1 w. Berl. Zeit beträgt die scheinbare Grösse des Halbmessers des Mondes 15′ 52″,2.

Der Halbmesser des Mondes, ☾R, gehört zu den Elementen der Sonnenfinsterniss.

Die Gesichtslinie vom Mittelpunkte der Erde zum Sonnenmittelpunkt liegt in der Ekliptikebene. Wenn für einen Beobachter im Mittelpunkt der Erde angenommen, die Sonnenfinsterniss central erscheinen soll, so muss der Mondmittelpunkt in jener Gesichtslinie, also in der Ekliptik sich befinden. Dies ist nur dann der Fall, wenn der Mond in einem der beiden Knoten steht.

Die Beobachter auf der Erde sind um die Grösse des Erdradius vom Erdmittelpunkt entfernt.

Die Richtung, nach welcher der einem Beobachter auf der Erde zugehörige Erdradius vom Mittelpunkte der Erde aus zu diesem Beobachter geht, ist entweder gleich der Richtung obiger Gesichtslinie, oder sie ist schief zu derselben, oder senkrecht auf dieselbe. Bei gleicher Richtung steht die Sonne im Scheitelpunkt des Beobachters, bei schiefer Richtung hat die Sonne irgendwelche Höhe für ihn, bei senkrechter steht die Sonne an seinem Horizont. Wir wollen die zuletzt angeführten Beobachter hier Randbewohner der Erde nennen; sie würden nämlich von der Sonne aus gesehen am Rande der scheinbaren Erdscheibe sich befinden. Für diese Randbewohner wird der Sonnenmittelpunkt um die Horizontalparallaxe

der Sonne, der Mondmittelpunkt um die Horizontalparallaxe des Mondes an der Fläche der Himmelsgewölbe von demjenigen Orte scheinbar fortgerückt, wo dieser und jener dem im Mittelpunkt der Erde befindlichen Beobachter erscheinen. Steht ein solcher Randbewohner nördlich vom Mittelpunkt der von der Sonne und vom Monde aus gesehenen Erdscheibe, so sind die Mittelpunkte derselben um die zugehörigen Horizontalparallaxen südlich scheinbar fortgerückt; steht er südlich, so geschieht die scheinbare Fortrückung nördlich, bei westlichem Standpunkt östlich, bei östlichem Standpunkt westlich. Die scheinbare Fortrückung, also stets nach entgegengesetzter Richtung des Abstandes des Beobachters vom Erdmittelpunkte, beträgt bei der Sonne nur 8″,6; bei dem Monde liegt sie zwischen den Grenzen 61′ 24″ und 53′ 48″. In Bezug auf die Sonne wird daher der Mondmittelpunkt innerhalb der Grenzen (61′ 24″ — 8″,6) und (53′ 48″ — 8″,6) d. i. innerhalb der Grenzen 61′ 15″,4 und 53′ 39″,4 für die Randbewohner, welche um den Mittelpunkt der Erd-Scheibe in einem Kreise sich befinden, fortgerückt. Da nun für einen Beobachter im Mittelpunkt der Erde der Mond im Knoten stehen muss, wenn die Sonnenfinsterniss central für ihn sein soll, so wird für einen Randbewohner der Mond vom Knoten um 61′ 15″,4 bei kleinster Entfernung des Mondes von der Erde, und um 53′ 39″,4 bei grösster Entfernung des Mondes von der Erde abstehen müssen, damit ihm die Sonnenfinsterniss central erscheine. Leicht ersichtlich ist, dass für einen nördlichen Randbewohner der Abstand des Mondes vom Knoten dabei auch nördlich sein muss, da die Fortrückung des Mondes, wie eben angegeben worden ist, für diesen in südlicher Richtung geschieht. Ferner ist nun darauf aufmerksam zu machen, dass die Bewohner, welche ihre Standorte zwischen dem Mittelpunkt der Erdscheibe und dem Rande derselben haben, eine dem Abstand verhältnissmässig entsprechende Fortrückung des Mondes gewahren.

Es sind demnach die genannten Differenzen von Mondparallaxe und Sonnenparallaxe die Spielräume für die Erscheinung einer centralen Sonnenfinsterniss. Dieser Spielraum bildet gleichsam einen Kreisring um den Mittelpunkt der Sonne, bei welchem der Radius des innern Kreises 53′ 39″,4 und der Radius des äussern Kreises 1^{b} 1′ 15″,4 ist. Der innere Kreis ist der Ort der Nothwendigkeit,

der Ring der Ort der Zweifelhaftigkeit, der äussere Ort die Grenze der Möglichkeit für centrale Sonnenfinsternisse.

Wenn also bei der Conjunction von Mond und Sonne der Mondmittelpunkt in Breite weniger als 53′ 39″,4 vom Sonnenmittelpunkt absteht, so muss eine centrale Sonnenfinsterniss an irgend einem Ort der Erde statthaben; es erscheint an diesem Ort der Mondmittelpunkt in der Gesichtslinie nach dem Sonnenmittelpunkt.

Wenn bei der Conjunction die Breite des Mondes mehr als 1° 1′ 15″, 4 beträgt, so ist für die Erde eine centrale Sonnenfinsterniss nicht mehr möglich. An keinem Ort der Erde trifft die von hier und nach dem Mondmittelpunkt gebildete Gesichtslinie in den Mittelpunkt der Sonne.

Innerhalb dieser Grenzen ist es zweifelhaft, ob eine centrale Sonnenfinsterniss eintreten werde; es richtet sich dies hauptsächlich nach den Grössen der Mondparallaxe und der Neigung der Mondbahn zur Zeit der Conjunction.

Wenn aber nun auch der Mondmittelpunkt nicht gerade in der Richtung des Sonnenmittelpunktes erscheint, so kann derselbe doch immer noch auf der Sonnenscheibe bis zum Rande derselben gesehen werden. Hierdurch wird der Möglichkeitsort, welchen wir in Form eines Kreises um den Sonnenmittelpunkt für centrale Sonnenfinsterniss bereits betrachtet haben, für das Eintreten der Sonnenfinsternisse überhaupt erweitert, und zwar zunächst überall am Rande dieses Kreises um die Grösse des scheinbaren Sonnenradius. Ferner ist es zum Eintreten einer partiellen Sonnenfinsterniss nicht erforderlich, dass der Mondmittelpunkt bis zum Sonnenrand reiche; schon dann, wenn der Mondrand am Sonnenrand nur ein wenig über den Sonnenrand gelangt, entsteht eine partielle Sonnenfinsterniss. Nun aber sind wir an der Grenze der Möglichkeit jeder Art von Sonnenfinsterniss angekommen; und es besteht diese Grenze in der Berührung des Sonnen- und Mond-Randes. Hierbei haben wir jedoch den bereits genannten Möglichkeitsort für die Stellung des Mondmittelpunktes zur Entstehung von Sonnenfinsternissen abermals eweitert, und zwar den Radius dieses Kreises um die Grösse des Mondradius, so dass nun der Radius des Kreises, innerhalb welches der Mondmittelpunkt erscheinen muss, wenn eine Finster-

s überhaupt eintreten soll, besteht aus: dem Unterschied von ond- und Sonnenparallaxe, scheinbarem Sonnenradius und schein- arem Mondradius. Wir deuten dies in Zeichen also an:

$$☾_{\pi} - ⊙_{\pi} + ⊙_{R} + ☾_{R}$$

Dies giebt eine in Bogen ausgedrückte Grösse, und geringer als diese Grösse muss die Breite des Mondes, d. h. der Abstand des Mondmittelpunktes von der Ekliptik, bei der Conjunction sein, wenn eine Sonnenfinsterniss überhaupt eintreten soll.

Diese Grösse kann aber verschieden sein, weil die Parallaxen und Radien, aus welchen sie zusammengesetzt ist, verschiedene Werthe haben. Wir setzen nun erst die kleinsten Werthe derselben und dann ihre grössten an, um die Grenzen zu erhalten.

Die kleinsten Werthe sind:

$$☾_{\pi} - ⊙_{\pi} = 53' \; 39'',4$$
$$⊙_{R} = 15' \; 45'',0$$
$$☾_{R} = 14' \; 23'',0$$
$$\overline{1^{0} \; 23' \; 47'',4}$$

Die grössten Werthe sind:

$$☾_{\pi} - ⊙_{\pi} = 1^{0} \; 1' \; 15'',4$$
$$⊙_{R} = 0 \; 16' \; 17'',3$$
$$☾_{R} = 0 \; 16' \; 45'',0$$
$$\overline{1^{0} \; 34' \; 17'',7}$$

Wir erhalten wiederum zwei concentrische Kreise, der des kleineren derselben beträgt 1° 23′ 47″,4, der Radius des g 1° 34′ 17″,7; zwischen den Umfängen dieser Kreise liegt e ring. Der innere Kreis umschliesst die Nothwendigkeit, (ring enthält die Zweifelhaftigkeit, der äussere Kreis be Möglichkeit des Eintretens der Sonnenfinsternisse.

Wenn zur Zeit der Conjunction von Sonne und Breite des Mondes geringer ist als 1° 23′ 47″,4 so mu nenfinsterniss für die Erde eintreten, mag dieselbe nun total u. s. w. sein; denn der Mondmittelpunkt steht dem Sonnenmittelpunkt als die Entfernung beträgt, dem Zusammentreffen der ungünstigsten Umstände

Nothwendigkeit (kleinste Mondparallaxe, kleinster Sonnenradius und kleinster Mondradius) herausgestellt hat.

Beträgt zur Zeit dieser Conjunction die Breite des Mondes mehr als 1° 34′ 17″,7, so ist eine Sonnenfinsterniss für die Erde unmöglich; denn der Mondmittelpunkt steht dann weiter vom Sonnenmittelpunkt ab als die Entfernung beträgt, welche sich bei dem Zusammentreffen der günstigsten Umstände (grösste Mondparallaxe, grösster Sonnen-Radius und grösster Mondradius) als Grenze der Möglichkeit herausgestellt hat.

Innerhalb dieser für die Breite angegebenen Grössen ist es zweifelhaft, ob eine Sonnenfinsterniss überhaupt eintreten werde. Es ist dies abhängig von der gleichzeitig statthabenden Grösse der Parallaxe, der scheinbaren Grösse des Sonnenradius und des Mondradius.

Nun untersucht man, wie weit der Mond vom Knoten in seiner Bahn abstehen könne, so dass seine Breite nicht mehr als entweder 1° 24′ oder 1° 35′ betrage. Man findet*) dabei die Abstände 15° und 19°, und dies ist nun so zu verstehen: wenn der Mond in seiner Bahn östlich oder westlich vom aufsteigenden oder niedersteigenden Knoten bei seiner Conjunction mit der Sonne weniger als 15° von einem Knoten entfernt ist, so muss eine Sonnenfinsterniss für die Erde stattfinden; ist er zur Zeit der Conjunction mehr als 19° von einem Knoten entfernt, so kann keine Sonnenfinsterniss stattfinden.

Die vorläufige Untersuchung nach den hier angegebenen Grenzen wird nur deshalb gemacht, um zu ermitteln, ob überhaupt eine Sonnenfinsterniss für die Erde zu erwarten sei, und wenn sich dies bejahet, dann wird erst die eigentliche Berechnung derselben begonnen.

Es ist bereits des siderischen Monats Erwähnung geschehen, und mitgetheilt worden, dass der Mond nach je 27 Tagen 7 St. 43 M. 11,5 Sek. einen Umlauf unter den Fixsternen vollendet, genau 360 Grad in Länge zurücklegt. Ein synodischer Monat währt länger;

*) Es bezeichne b die Breite des Mondes, i den Neigungswinkel der Mondbahn zur Ekliptik, A den Abstand des Mondes vom Knoten, so ist $\sin A = \frac{\sin b}{\sin i}$

der Mond kommt erst nach je 29 Tagen 12 St. 44 M. 2,9 Sek. wieder mit der Sonne in Conjunction. Nehmen wir beispielsweise an, es werde der Mond am 21. August Mittags 12 Uhr genau und ebenso genau die Sonne an dem Ort des Himmels gesehen wo Regulus steht, also es haben diese drei Himmelskörper eine und dieselbe Länge. Ueberdiess befinde sich zu dieser Zeit der Mond im aufsteigenden Knoten seiner Bahn. Am 22. August Mittags steht dann die Sonne ungefähr 1 Grad östlich vom Regulus, der Mond ist aber bereits gegen 14 Grad ostwärts fortgeschritten. Sonne und Mond gehen nun in ihren Bahnen, die Sonne in der scheinbaren, der Mond in der wirklichen, immer weiter. Wann nun der Mond nach 27 Tagen 7 St. 43 M. 11,5 Sek. wieder dieselbe Länge hat, welche Regulus zugehört, so ist die Sonne bereits gegen 27 Grad ostwärts vom Regulus, und der Mond hat diesen Bogen noch zu durchlaufen, um die Sonne in Länge wieder einzuholen. Unterdessen, d. i. während der nun folgenden zwei Tage, geht die Sonne noch gegen zwei Grad weiter ostwärts, und der Mond steht wieder mit ihr in Conjunction 29 Tage 12 St. 44 M. 2,9 Sek. nach dem 21. August Mittags 12 Uhr. Ein Sonnenjahr enthält also 12 synodische Monate und 11 Tage, woraus folgt, dass im folgenden Jahre, um bei dem Beispiele zu bleiben, die Conjunction nicht am 21. August, sondern schon am 10. August eintreten werde. Da das Jahr nicht ganz genau 11 Tage über 12 synodische Monate enthält, sondern gegen 3 Stunden weniger, so beträgt der Unterschied periodisch bisweilen nur 10 Tage, und es könnte, wenn es die Periode eben so mit sich brächte, die Conjunction 10 Tage früher, also am 11. August eintreten. Setzen wir aber den Unterschied im Allgemeinen auf 11 Tage an. Wenn nun der Mond an diesem 10. August wieder wenigstens in der Nähe eines Knotens ist, so muss zu dieser Zeit ebenfalls eine Sonnenfinsterniss entstehen. Also 11 Tage früher als im jedesmaligen vorhergehenden Jahre entsteht die Sonnenfinsterniss, wenn der Abstand des Mondes von seinem Knoten zu dieser Zeit es möglich macht.

Nehmen wir an, die Knotenlinie der Mondbahn habe eine feste Lage, es sei z. B. der aufsteigende stets nach Regulus und der niedersteigende nach dem um 180° von Regulus abstehenden Punkt der Ekliptik gerichtet. In diesem Falle würden Sonnenfinsternisse

nur in der Nähe von Regulus und dem um 180° von Regulus abstehenden Punkte der Ekliptik statthaben können; und sie würden in der That erfolgen, wenn auch die Conjunction von Sonne und Mond in der Nähe dieser Punkte der Ekliptik einträte. Die Knoten der Mondsbahn bleiben aber nicht an denselben Punkten der Ekliptik, sondern sie schreiten von Osten nach Westen fort. Diese Fortschreitung beträgt jährlich gegen 19° 20′. Um so viel gehen die Knoten gleichsam der Sonne entgegen, indem die Sonne in ihrem scheinbaren Laufe von Westen nach Osten fortschreitet. Da nun die Sonne täglich ungefähr 1° zurücklegt, so gelangt die Sonne im stets folgenden Jahre um beiläufig 19 Tage früher zu demselben Knoten der Mondbahn. Wenn nun in irgend einem Jahre die Sonne am 21. August bei Regulus, also 148° Länge, mit dem aufsteigenden Knoten der Mondsbahn zusammentrifft, so wird sie im nächstfolgenden Jahre am 2. August gegen 19° westlicher, also gegen 129° Länge, mit demselben Knoten zusammentreffen. Der Mond ist aber an diesem Tage nicht in Conjunction mit der Sonne, sondern er ist dies, wie so eben erörtert worden ist, erst am 10. August, also 8 Tage, nachdem die Sonne bei dem Knoten war. Da nun die Sonne in 8 Tagen ungefähr 8° fortschreitet, so ist dieselbe diesmal um 8° vom aufsteigenden Knoten der Mondbahn zur Zeit der Conjunction entfernt, und folglich ebenfalls der Mond. Es liegt aber die Entfernung 8° innerhalb der Finsternissgrenzen, folglich wird an diesem 10. August ebenfalls eine Sonnenfinsterniss eintreten.

Am nun darauf folgenden Jahre geschieht die Conjunction von Sonne und Mond am 30. Juli. Die Sonne steht bei dem aufsteigenden Knoten der Mondbahn am 14. Juli. Die Conjunction erfolgt also nachdem die Sonne 16 Tage vorher bei dem Knoten war, folglich in circa 16° Entfernung vom Knoten. Bei diesem Abstand des Mondes vom Knoten zur Zeit der Conjunction ist, wie wir gesehen haben, die Finsterniss zweifelhaft.

Da nach jeder Seite hin vom Knotenpunkte an gerechnet, nach Westen und nach Osten, 15° als Abstand für nothwendigen Eintritt einer Sonnenfinsterniss gefunden worden ist, wenn innerhalb dieser Entfernung die Conjunction von Sonne und Mond erfolgt, so giebt dies, bei 15° westlich und 15° östlich vom Knoten, einen Bogen

von 30° für nothwendigen Eintritt von Sonnenfinsternissen. Innerhalb eines synodischen Monates d. h. von einer Conjunction des Mondes und der Sonne bis zur nächstfolgenden durchläuft die Sonne in den dazwischen verflossenen 29½ Tagen nur etwa 29° in Länge. Wenn nun ungefähr 14½° westlich vom Knoten Conjunction von Sonne und Mond und folglich Sonnenfinsterniss stattgefunden hat, so muss beim nächsten Neumond, d. i. bei der nächsten Conjunction, also nach 29½ Tagen, wiederum Sonnenfinsterniss stattfinden, weil dann die Conjunction ungefähr 14½° östlich vom Knoten, also innerhalb der Grenzen nothwendiger Verfinsterung, erfolgt.

Es entstehen unter diesen Umständen in 29 Tagen zwei Sonnenfinsternisse. Eine Conjunction muss jedenfalls erfolgen während die Sonne von 15° westlich vom Knoten bis 15° östlich von demselben gelangt, weil der synodische Monat nur 29½ Tage währt und die Sonne innerhalb dieser Zeit nur beiläufig 29° durchschreitet. Also muss in jedem Jahre, zur Zeit da die Sonne in der Nähe des aufsteigenden Knotens ist, wenigstens eine Sonnenfinsterniss statthaben.

Die Betrachtungen, welche hier in Bezug auf den aufsteigenden Knoten der Mondbahn angestellt worden sind, können in gleicher Weise in Bezug auf den niedersteigenden Knoten angestellt werden. Es ergiebt sich aus denselben ebenfalls, dass auch bei dem niedersteigenden Knoten jährlich eine Sonnenfinsterniss statthaben muss, und zwei Sonnenfinsternisse unter dazu günstigen Umständen statthaben können. Die Sonne gelangt nach Verlauf von beiläufig fünf Monaten aus dem Bereiche der Finsternissgrenzen des aufsteigenden Knotens in den Bereich der Finsternissgrenzen des niedersteigenden Knotens und umgekehrt.

Die Länge des aufsteigenden Knotens der Mondsbahn ist am 11. März 1858 Mittags 12 Uhr: 347° 46′ 44″ und am 21. März Mittags 12 Uhr: 347° 14′ 58″. Es nimmt dieselbe täglich um 3′ 10″,636 ab.

Im Jahre 1841 haben vier Sonnenfinsternisse stattgefunden, nämlich am 22. Januar, am 20. Februar, am 18. Juli und am 16. August.

Im Jahre 1842 haben drei Sonnenfinsternisse stattgefunden, nämlich am 11. Januar, am 7. Juli und am 31. December.

Die Sonnenfinsternisse sind stets nur auf einem Theil der Erde sichtbar. In Aequatorgegenden ist der Durchmesser des über die

Erde hinziehenden vollen Mondschattens, welcher die totale Finsterniss bewirkt, nicht über 20 Meilen gross, und erstreckt sich über eine Länge von 100° bis 120° von Westen nach Osten.

Im laufenden Jahrhundert werden noch folgende Sonnenfinsternisse vorzugsweise in Europa sichtbar sein:

1858. März 15. Nachmittag. Dresden $9\frac{1}{2}$ Zoll, Berlin $9\frac{3}{4}$ Zoll, Paris $10\frac{1}{2}$ Zoll, Wien $8\frac{1}{3}$ Zoll.

1860. Juli 28. Nachmittag. Dresden $7\frac{3}{4}$ Zoll, Berlin $7\frac{1}{2}$ Zoll. Paris 10 Zoll, Wien 8 Zoll, Rom $9\frac{1}{2}$ Zoll. — Die Linie der totalen Finsterniss geht durch Spanien, nach Afrika.

1861. December 31. Nachmittag. Dresden 7 Zoll, Berlin $6\frac{2}{3}$ Zoll, Paris $6\frac{2}{3}$ Zoll, Wien 8 Zoll, Rom $9\frac{1}{2}$ Zoll. — Die Zone der totalen Finsterniss geht aus dem mexicanischen Meerbusen über den Ocean nach Afrika. Fast ganz Europa sieht am letzten Tag des Jahres die Sonne verfinstert untergehen.

1863. Mai 17. Nachmittag Dresden $4\frac{5}{8}$ Zoll, Berlin $4\frac{2}{3}$ Zoll, Petersburg $7\frac{1}{2}$ Zoll, Königsberg 6 Zoll, Paris 3 Zoll, Wien $4\frac{1}{2}$ Zoll. — Im hohen Norden erscheint die Finsterniss am grössten.

1867. März 6. Vormittag. Dresden $9\frac{3}{4}$ Zoll, Berlin $9\frac{2}{3}$ Zoll, Wien $10\frac{1}{2}$ Zoll, Paris $9\frac{2}{3}$ Zoll, Rom $11\frac{1}{2}$ Zoll. — In Nordafrika, auf den liparischen Inseln, in Kronstadt, in Siebenbürgen und in einem Theile von Russland (Kasan) erscheint diese Sonnenfinsterniss ringförmig.

1868. Februar 23. Nachmittag. Dresden $\frac{3}{4}$ Zoll, Berlin $\frac{1}{2}$ Zoll, Wien $1\frac{3}{4}$ Zoll, Paris $\frac{3}{4}$ Zoll, Rom $3\frac{1}{2}$ Zoll. — Ringförmig erscheint sie in einem Theil von Südamerika und Afrika.

1870. December 22. Nachmittag. Dresden $9\frac{3}{4}$ Zoll, Berlin $9\frac{1}{2}$ Zoll, Wien $10\frac{1}{4}$ Zoll, Paris 10 Zoll, Rom $11\frac{1}{2}$ Zoll. — Die totale Finsterniss beginnt im atlantischen Meere, berührt Europa bei Cadix, dann Afrika, geht über Constantinopel und endet bei Azow.

1873. Mai 26. Vormittag. Dresden 2 Zoll, Berlin $2\frac{1}{2}$ Zoll. Paris $3\frac{1}{2}$ Zoll, Wien $1\frac{1}{4}$ Zoll, Rom $\frac{3}{4}$ Zoll. — Im hohen Norden erscheint diese Finsterniss gross.

1874. October 10. Mittag. Dresden $5\frac{1}{2}$ Zoll, Berlin $5\frac{3}{4}$ Zoll, Wien $4\frac{1}{2}$ Zoll, Königsberg $7\frac{1}{2}$ Zoll, Paris 4 Zoll, Rom 3 Zoll. —

Diese Finsterniss erscheint im nordöstlichen Russland sehr gross.

1880. December 31. Nachmittag. Dresden 2¾ Zoll, Berlin 3 Zoll, Wien 1½ Zoll, Paris 3⅓ Zoll. — Diese Finsterniss ist in der Nähe von Island am grössten, aber nicht über 5 Zoll. In Deutschland geht die Sonne zum Theil verfinstert unter am Schlusse des Jahres.

1887. August 19, Vormittag. Dresden 11¾ Zoll, Berlin total, Wien 11 Zoll, Rom 9½ Zoll. — Die Zone der totalen Finsterniss geht von Magdeburg über Berlin, Moskau, Südsibirien nach dem grossen Ocean.

1890. Juni 17. Vormittag. Dresden 6 Zoll, Berlin 5½ Zoll, Wien 7 Zoll, Paris 5½ Zoll, Rom 8½ Zoll. — Die ringförmige Finsterniss beginnt im atlantischen Meer, geht durch Afrika, Persien und Indien.

1891. Juni 6. Nachmittag. Dresden 4 Zoll, Berlin 4½ Zoll. Petersburg 7½ Zoll, Königsberg 6 Zoll, Paris 2 Zoll. — Sie erreicht nur im nordöstlichen Russland eine Grösse von 9 bis 10 Zoll.

1896. August 9. Vormittag. Dresden 8¼ Zoll, Berlin 8½ Zoll, Wien 7 Zoll, Petersburg 10 Zoll, Rom 5½ Zoll. — Die totale Finsterniss geht über Drontheim, durch das nordöstliche Russland nach Sibirien. In Deutschland geht die Sonne zum Theil verfinstert auf.

1899. Juni 8. Vormittag. Dresden 1½ Zoll, Berlin 1¾ Zoll, Paris 2 Zoll. — Sie erscheint in ganz Europa sehr klein.

1900. Mai 28. Nachmittag. Dresden 6¾ Zoll, Berlin 6½ Zoll, Wien 7⅓ Zoll, Paris 8½ Zoll, Rom 9¼ Zoll. — Die Zone der ringförmigen Finsterniss geht über Texas, das atlantische Meer, die pyrenäische Halbinsel, das mittelländische Meer bis in das südliche Aegypten.

Aus den in diesem Capitel enthaltenen Zahlenangaben notiren wir folgende als Elemente der Sonnenfinsterniss: 1858. März 15., da wir derselben für die Zeichnung, Darstellung durch Globus und Berechnung der Finsterniss bedürfen.

Conjunction von ☉ und ☾	1858. März 15. 0^h 57^m $54^{sec.}$ Dresdener wahre Zeit*)	
L. ☾ und L. ☉		354° 38′ 57″,5
Stundenbewegung ☾ in Länge		34 18,4
„ „ ☉ „ „		2 29,3
Br. ☾		+ 0 37 42,9
Stundenbewegung ☾ in Breite		+ 3 8,7
$☾_\pi$		58 14,4
$☉_\pi$		8,6
$☾_R$		15 52,2
$☉_R$		16 5,6

Cap. III.

Graphische Darstellung der allgemeinen Sonnenfinsterniss.

Man markire den Punkt *T* (Taf. I.) als denjenigen, in welchem, vom Mittelpunkt der Erde aus gesehen, am Himmelsgewölbe unter den Fixsternen der Sonnenmittelpunkt erscheint.

Die Erde legt allerdings während des Verlaufs einer Sonnenfinsterniss möglicher Weise bis 90000 Meilen zurück in ihrer Bahn, der scheinbare Lauf der Sonne wird während dieser Zeit nicht unterbrochen, und es kann die scheinbare Fortrückung der Sonne unter den Sternen so gross werden, dass sie ¼ Grad oder die Hälfte des Sonnendurchmessers beträgt: aber wir übertragen die Sonnen-

*) Dresden liegt 0^h 1^m $22{,}9^{sec.}$ östlich von Berlin; daher 0^h 56^m $31{,}1^{sec.}$ *W. Z.* Berl. = 0^h 57^m $54^{sec.}$ *W. Z.* Dresd. 1858 15. März beträgt die Zeitgleichung + 9^m $7{,}46^{sec.}$, daher 0^h 57^m $54^{sec.}$ *W. Z.* Dresd. = 1^h 7^m $1{,}46^{sec.}$ mittl. Dresd. Zeit.

bewegung auf die Mondbewegung, indem es sich hierbei nur um die Annäherung des Mondes an die Sonne und um die Entfernung jenes von dieser handelt.

Da beide Bewegungen ostwärts geschehen, so werden wir berechtigt, die Sonne als stillstehend anzunehmen, ihren Standort durch den Punkt T zu markiren, wenn wir die Grösse der Fortschreitung der Sonne von der Grösse der Fortschreitung des Mondes abziehen.

Die gerade Linie aus dem Erdmittelpunkt zum Mittelpuunkt der Sonne durchsticht die Oberfläche der Erde an irgend einem Ort. An diesem Ort befindet sich derjenige Beobachter, welcher die Sonne gleichzeitig gerade über sich, im Scheitelpunkt oder Zenith, erblickt.

Man zieht durch den Punkt T die gerade Linie KL, welche einen Theil der Ekliptik, der scheinbaren Sonnenbahn am Himmel, darstellt.

Die Ekliptik ist zwar keine gerade Linie, es bildet vielmehr die Sonnenbahn am Himmelsgewölbe einen Kreis; wir befinden uns im Mittelpunkte dieses scheinbaren Kreises, und überdiess ist der Bogen dieses Kreises, welchen wir darstellen, ein sehr kleiner Theil vom ganzen Kreise, so dass wir denselben als gerade Linie zeichnen, wie er uns erscheint, ohne dadurch ein fehlerhaftes Resultat zu verursachen.

Man bilde mit dem Radius TW, welcher der Mondparallaxe nach Abzug der Sonnenparallaxe gleich ist um den Mittelpunkt T den Kreis $WBGDORW$. Dieser Kreis stellt den Raum um die Sonne am Himmelsgewölbe dar, in welchen der Mondmittelpunkt für den Blick aus dem Mittelpunkte der Erde eintreten muss, wenn auf der Erde überhaupt eine centrale Sonnenfinsterniss sichtbar sein soll.

Bei der Sonnenfinsterniss 1858 März 15 ist ☾$\pi = 58' \, 14'',4$, und ☉$\pi = 8'',6$

$$\text{folglich } TW = 58' \, 5'',8 \text{ oder } 58',1.$$

$$TW = ☾\pi - ☉\pi.$$

Wenn der Mondmittelpunkt vom Mittelpunkt der Erde ausgesehen im Mittelpunkt der Sonne erscheint, so sieht jeder Beobachter auf der Erde denselben innerhalb des um den Sonnenmittelpunkt dargestellten Kreises, und wenn an allen Punkten der der Sonne

zugewendeten Hälfte der Erde Beobachter aufgestellt wären, so würden ihre nach den Mondmittelpunkt gerichteten Gesichtslinien das Himmelsgewölbe so treffen, dass die Treffpunkte derselben zusammengenommen die Kreisfläche ausmachten. Diese Gesichtslinie des am weitesten östlich stehenden Beobachters trifft das Himmelsgewölbe in jenem Kreise am weitesten westlich, es muss daher für ihn der Mond um die Grösse des Radius dieses Kreises weiter östlich stehen, damit der Mittelpunkt desselben ihm am Orte des Mittelpunktes der Sonne erscheine; dann wird aber der Mondmittelpunkt vom Mittelpunkte der Erde aus eben am östlichen Rande dieses Kreises gesehen. Stellt man ähnliche Betrachtungen für die am weitesten westlich, südlich, nördlich, südöstlich u. s. w. stehenden Beobachter an, so findet man, dass in der That jene Kreisfläche den Raum am Himmel bezeichnet, innerhalb welches der Mondmittelpunkt für den Blick aus dem Mittelpunkt der Erde erscheinen muss, wenn irgendwo auf der Erde ein Beobachter den Mondmittelpunkt vor dem Sonnenmittelpunkt stehen sehen soll.

Eine gerade Linie aus dem Mittelpunkt der Erde durch den Mittelpunkt des Mondes zum Mittelpunkt der Sonne geht durch Fuss und Kopf desjenigen Beobachters, welcher gleichzeitig Sonne und Mond im Scheitelpunkt, im Zenith hat. Wenn also die Sonne central bedeckt ist für den Blick aus dem Mittelpunkt der Erde, so ist sie zu gleicher Zeit central bedeckt für denjenigen Beobachter, in dessen Zenith die Sonne steht. Je weiter ein anderer Beobachter von diesem Beobachter, in dessen Zenith Sonne und Mond stehen, westlich, östlich, oder südlich u. s. w. entfernt ist, desto weiter erscheint ihm der Mond östlich, westlich, nördlich u. s. w. vom Sonnenmittelpunkt entfernt. Dies ist die Wirkung der Mondparallaxe, die bei Horizontalparallaxe am grössten ist, als Höhenparallaxe mit der Höhe abnimmt und im Zenith gleich Null wird.

Zur Darstellung dieses Kreises muss man sich einen Maassstab verfertigen; aber einen weit grösseren als derjenige ist, welchen man auf Taf. I. über „1 Grad = 60 Minuten, linear“ sieht. Es ist rathsam, dass man in seinem Maassstabe eine Minute so gross annehme, als in den gegebenen etwa vier Minuten zusammengenommen sind. Man kann dann auch noch Bruchtheile von Minu-

ten genau darstellen, z. B. Zehntel-Minuten. Nach diesem Maassstabe werden alle Grössen, welche in Bogenminuten und Bogensekunden ausgedrückt sind, dargestellt, und alle geraden Linien, welche die Zeichnung enthält, können wiederum nach demselben in Bogenminuten und Bogensekunden (letzteres allerdings nur bei vorzüglich gross gewähltem Maassstabe genau) ausgedrückt werden. Es muss aber in einer und derselben Zeichnung für alle Bogengrössen (für alle Grössen, welche als Grad, Minute und Sekunde bezeichnet sind) ein und derselbe Maassstab angewendet werden. Nach diesem Maasstabe bestimmt man also den Radius $TW = 58{,}1'$.

Die Richtung von T nach W ist westlich, die Richtung von T nach O ist östlich, die Bewegung von W nach O würde ostwärts sein.

Von dem Kreise ist auf Taf. I. nur so viel dargestellt worden, als bei Fertigung der ganzen Zeichnung für die wesentlichen Linien derselben erforderlich gewesen war.

Bei dem Punkte W sind 10 Grade einzeln am Umkreis markirt worden; der Umkreis ist übrigens, so weit er gezeichnet, in Theile zu je 10 Grade eingetheilt worden. Es dürfen diese Grade des Umkreises nicht mit den so eben linear (in Bogenminuten) dargestellten Bogengraden verwechselt werden.

Man bilde mit dem Radius TH, welcher um so viel als der Sonnenradius beträgt, länger ist denn TW, ebenfalls um den Mittelpunkt T den Kreis HUJ.

Dieser Kreis stellt den Raum um die Sonne am Himmelsgewölbe dar, in welchen der Mondrand für den Blick aus dem Mittelpunkt der Erde eintreten muss, wenn auf der Erde überhaupt die partielle Sonnenfinsterniss beginnen soll.

Bei der Sonnenfinsterniss 1858 März 15 ist $TW = 58',1$ und $\odot_R = 16'\ 5'',6$ oder $16',1$, daher $TH = 74',2$. Man könnte auch schreiben $1^0\ 14',2$; es wird im folgenden häufig diese Verwandlung nicht erst vorgenommen werden.

$$TH = ☾_\pi - \odot_\pi + \odot_R$$

Da bei der Annäherung des Mondmittelpunktes bis in den Umkreis WGO an irgend welchen Oertern der Erde Mondmittelpunkt und Sonnenmittelpunkt an einer und derselben Stelle des Himmelsgewölbes erscheinen, so muss an den betreffenden Beobachtungs-

örtern der Sonnenrand bis zu dem Kreise *HUJ* reichen. Wenn nun der Mondrand diesen Kreis berührt, so beginnt er für diese Beobachtungsörter vor die Sonnenscheibe zu treten.

Man darf nicht wähnen, dass dieser Raum für die möglichen Stellungen des Sonnenrandes, und folglich auch Sonnenmittelpunktes, eine Wirkung der Sonnenparallaxe sei, es entsteht derselbe in Folge der Mondparallaxe. Wegen der grossen Entfernung der Sonne von der Erde erscheinen die geraden Linien von den verschiedensten Punkten der Erde nach dem Mittelpunkt der Sonne parallel zu einander. Die grösstmögliche Abweichung von der Parallelität beträgt nur 8″,6.

Indem wir aber am Himmelsgewölbe einen Kreis markirt haben, welcher als Radius die Grösse der Mondparallaxe aus den oben angegebenen Gründen hat, versetzen wir gleichsam die vom Monde aus gesehene Erdscheibe, d. h. in der Grösse, wie dieselbe vom Monde aus erscheint, an das Himmelsgewölbe, und zwar genau in der Richtung nach der Sonne hin. Es ist dies der Kreis *WGO*. Jeder Ort der der Sonne zugewendeten Erdhälfte hat in diesem Kreise einen Punkt, welcher ihm, so zu sagen, gerade gegenübersteht, und in diesem Punkt erscheint dem an diesem Ort befindlichen Beobachter der Mittelpunkt der Sonne. Daher entsteht dieser Raum für die möglichen Stellungen des Sonnenrandes, und folglich auch Sonnenmittelpunktes.

Man bilde mit dem Radius *TK*, welcher um so viel als der Mondradius beträgt länger ist denn *TH*, ebenfalls um den Mittelpunkt *T* den Kreis *KVL*.

Dieser Kreis stellt den Raum um die Sonne am Himmelsgewölbe dar, in welchem der Mondmittelpunkt für den Blick aus dem Mittelpunkt der Erde sich befinden muss, wenn auf der Erde überhaupt wenigstens eine partielle Sonnenfinsterniss eintreten soll.

Bei der Sonnenfinsterniss 1858 März 15 ist $TH = 74',2$, und $☾_R = 15'' \; 52'',2$ oder $15',9$, daher $TK = 90',1$.

Da bis zum Kreise *HUJ* möglicher Weise der Sonnenrand reicht und der Kreis *KVL* um die Grösse des Mondradius von jenem Kreise entfernt ist, so muss bei der Stellung des Mondmittelpunktes im

Kreise *HUJ* der Mondrand den Sonnenrand an irgend einem Orte des Kreises *KVL* berühren.

Steht der Mond in *A* (Taf. I.), so berührt derselbe den Sonnenrand. Der Sonnenmittelpunkt steht bei dieser Berührung in *a*. Dem Punkt *a*, welcher von *T* aus im Kreis am Himmel auf der Westseite liegt, steht gerade gegenüber ein ebenfalls auf der Westseite der von der Sonne erleuchteten Erdhälfte liegender Ort. Weil dieser Ort am Rande liegt, so geht daselbst eben die Sonne auf. Wir werden später darauf zurückkommen.

Der Kürze wegen sage ich „gerade gegenüber" und dies ist in folgender Weise aufzufassen: man stelle sich eine gerade Linie vor, welche vom Mittelpunkte des Kreises *WGO*, also vom am Himmelsgewölbe befindlichen Punkte *T*, zu dem mittelsten Ort der von der Sonne erleuchteten Erdhälfte geht, so steht dieser Ort der Erde jenem Punkt des Himmels gerade gegenüber; jede gerade Linie nun, welche ich mir aus irgend einem Punkte dieses Kreises am Himmel parallel mit jener Linie nach der Erde gehend darstelle, trifft die Erdoberfläche an einem Orte, welcher diesem Punkte des Kreises gegenübersteht.

Man lege durch *T* eine gerade Linie *TV*, welche senkrecht steht auf *KL*. Es ist *TV* ein Breitenkreis am Himmel, und zwar derjenige, in welchem der Mond bei seiner Conjunction mit der Sonne steht.

In jedem Punkte der Ekliptik, wie wir einen kleinen Theil derselben hier durch die gerade Linie *KL* dargestellt haben, kann man einen Breitenkreis am Himmel dadurch bilden, dass man durch diesen Punkt eine Senkrechte auf der Ekliptiklinie errichtet.

Von dieser Senkrechten ist auf Tafel I. nur der aufwärts gerichtete Theil derselben dargestellt, weil wir hier nur die nördliche Breite einzutragen haben. Wenn südliche Breite zu bezeichnen wäre, würde der abwärts gehende Theil dieser Linie dargestellt worden sein. Wenn nämlich rechts westlich und links östlich gezeichnet wird, so liegt in der Zeichnung nördlich oben und südlich unten.

Der Breitenkreis am Himmel ist zwar ebenfalls eine krumme Linie. Es wird aber von demselben ein sehr kleiner Theil dargestellt, so dass wir diesen als gerade Linie zeichnen können. Wir

werden später in der Geraden *TV* die Projection eines Theiles des Breitenkreises erkennen, und wenn die Ebene des Breitenkreises senkrecht steht auf der Projectionsebene, so muss ein Bogen dieses Kreises sich als gerade Linie projiciren. Ich bemerke dies nur vorläufig.

Man markire in der Linie *TV* den Punkt *C*, so dass *TC* gleich ist der Breite des Mondes zur Zeit der Conjunction, wobei man für nördliche Breite *TC* aufwärts, für südliche Breite abwärts abträgt. In diesem Punkte *C* befindet sich bei der Conjunction der Mittelpunkt des Mondes.

Bei der Sonnenfinsterniss 1858 März 15 ist die Breite des Mondes, Br. ☾ $= +0^{0}\ 37'\ 42'',9$ oder $37',7$.

In dem Punkte *C* befindet sich also der Mittelpunkt des Mondes 1858. März 15 $0^{h}\ 57^{m}\ 54^{sec.}$ Dresdener wahre Zeit.

Da die Breite plus oder positiv ist, wie man auch zur Bezeichnung der nördlichen Breite sagt, was durch das Zeichen + angezeigt ist, so wurde *TC* nach oben hin, nordwärts, abgetragen, und zwar wiederum nach dem Maassstabe „1 Grad = 60 Minuten, linear" auf Taf. I.

Dem am mittelsten Ort der erleuchteten Erdhälfte stehenden Beobachter erscheint zu dieser Zeit der Mondmittelpunkt um die Entfernung *CT*, d. h. um 37,7 Bogenminuten vom Sonnenmittelpunkt entfernt. Demjenigen Beobachter, welcher auf der Erdoberfläche dem am Himmel befindlichen Punkte *C* gerade gegenübersteht (in der bereits angegebenen Bedeutung), erscheint der Mondmittelpunkt genau vor dem Sonnenmittelpunkt.

Der Beobachter am mittelsten Ort der erleuchteten Erdhälfte hat, wie wir bereits erörterten, die Sonne im Zenith. Wir denken uns an die Stelle dieses Beobachters: die Sonne erscheint uns jetzt nach „oben" und wir nehmen den „höchsten" Punkt der erleuchteten Erdhälfte ein. Es ist rathsam, dass man sich schon jetzt diese Stellung durch Anwendung eines Erdglobus veranschauliche. Der Rand des Globusgestelles steht horizontal (wagerecht), der Sonnenmittelpunkt steht in sehr weiter Entfernung perpendikulär (lothrecht) über dem obersten Punkt des Globus. Hierbei erkennt man leicht, dass eine gerade Linie aus dem Mittelpunkt der Erde zu dem Sonnen-

mittelpunkt durch Fuss und Kopf desjenigen Beobachters geht, für welchen die Sonne im Scheitelpunkt steht.

Man ziehe durch C die gerade Linie Cl parallel KL und so lang als die relative Stundenbewegung des Mondes in Länge ist. Es wird dadurch dargestellt, wie viel der Mond in einer Stunde sich der Sonne in Länge vor der Conjunction mit ihr nähere, oder nach der Conjunction von derselben entferne.

Bei der Sonnenfinsterniss 1858. März 15 ist die relative Stundenbewegung des Mondes in Länge 31′ 49″,1 oder 31′,8. Denn die Stundenbewegung des Mondes in Länge beträgt 34′ 18″,4 und die der Sonne 2′ 39″,3 daher

mot. hor. ☾ in L....	34′ 18″,4
mot. hor. ☉ in L....	2′ 29″,3
rel. Stund.-Bew. ☾ in L....	31′ 49″,1 oder 31′,8.

Die Stundenbewegung der Sonne wird von der Stundenbewegung des Mondes abgezogen, weil beide Bewegungen ostwärts geschehen, und weil wir die Sonne als in ihrem scheinbaren Laufe während der Dauer der Sonnenfinsterniss stillstehend annehmen.

Man bestimmt die Länge dieser 31′,8 ebenfalls nach dem Maassstab: „1° = 60 Minuten linear", weil es Bogenminuten sind.

Bei der Stundenbewegung in Länge ist eine Bezeichnung der Richtung, nach welcher hin die Bewegung geschieht, nicht erforderlich, weil dieselbe stets ostwärts ist.

Man errichte im Punkt l die gerade Linie lb senkrecht auf lC und mache dieselbe von l aus und zwar bei nordwärts gehender Bewegung nach oben, bei südwärts gehender nach unten, so lang als die Stundenbewegung des Mondes in Breite ist. Es wird durch lb dargestellt, wie viel sich der Mond in einer Stunde von der Ekliptik entferne oder sich derselben nähere.

Bei der Sonnenfinsterniss 1858 März 15 ist die Stundenbewegung des Mondes in Breite, mot. hor. ☾ in B. + 3′ 8″,7. Diese sind nach dem Bogenminutenmaassstab (Taf. I.) in der Zeichnung aufwärts abgetragen worden, weil, wie das Zeichen + andeutet, die Bewegung des Mondes in Breite zur Zeit dieser Conjunction nordwärts geschieht.

Der Mond befindet sich also in der Nähe des aufsteigenden Knotens. Wenn die Breite des Mondes selbst zur Zeit der Conjunction südlich wäre, aber die Stundenbewegung nordwärts erfolgt, so müsste die Linie der Stundenbewegung des Mondes in Breite ebenfalls aufwärts gezeichnet werden. Sowohl bei nördlicher als auch bei südlicher Breite des Mondes wird hingegen die Linie der Stundenbewegung des Mondes in Breite abwärts gezeichnet, wenn dieselbe südwärts geschieht, wenn sie das Zeichen — hat.

Bei nördlicher Breite des Mondes erfolgt

wenn mot. hor. ☾ in *B.* + ist, Entfernung des Mondes von der Ekliptik,

wenn mot. hor. ☾ in *B.* — ist, Annäherung des Mondes zur Ekliptik.

Bei südlicher Breite des Mondes erfolgt

wenn mot. hor. ☾ in *B.* + ist, Annäherung des Mondes zur Ekliptik,

wenn mot. hor. ☾ in *B.* — ist, Entfernung des Mondes von der Ekliptik.

Man lege durch die Punkte *C* und *b* eine gerade Linie, welche die relative Mondbahn, d. h. die in Bezug auf die als stillstehend gedachte Sonne sich ergebende Bahn des Mondes darstellt.

Die Strecke *AE* der relativen Mondbahn wird während des ganzen Verlaufes der Sonnenfinsterniss vom Mond zurückgelegt; die Strecke *BD* durchläuft der Mond während der Dauer der centralen Finsterniss auf der Erde überhaupt.

Es ergiebt sich aus dem Vorhergehenden, dass die erste Randberührung vom Mond und Sonne statt hat, wenn der Mondmittelpunkt in *A* steht, die letzte hingegen, wenn derselbe sich in *E* befindet. In dem Augenblick, wo der Mondmittelpunkt in *B* ist, beginnt die centrale Finsterniss, in dem Augenblick, wo derselbe in *D* ist, endet diese, und die Mitte der Finsterniss hat statt, sobald der Mondmittelpunkt den Punkt *M* eingenommen hat, welcher die Sehne *AE* und auch die Sehne *BD* halbirt.

Die Strecke *Cb* durchläuft der Mond in seiner relativen Bahn in 1 Stunde. Diese Strecke ist besonders gezeichnet (Taf. I.) „Mond-

lauf in 1 Stunde = 60 Minuten in der relativen Bahn." Hier findet man diese Strecke in 60 gleiche Theile eingetheilt, einen solchen 60sten Theil durchläuft der Mond in 1 Zeitminute. Dies giebt uns ein Mittel an die Hand, zu bestimmen, zu welcher Zeit der Mond in *A*, in *B*, in *M*, in *D* und in *E* sich befindet.

Um $0^h\ 57^m\ 54^{sec.}$ wahre Dresdener Zeit, wofür wir setzen um Mittags $12^h\ 58^m$ wahre Dresdener Zeit, steht der Mond in *C*. Wir messen den Weg, welchen der Mond in 2 Zeitminuten zurücklegt, nach dem Maassstabe „Mondlauf in 1 Stunde" und tragen diese Länge von *C* aus ostwärts ab, so erhalten wir den Punkt, über welchen I angegeben ist, um anzuzeigen, dass der Mond sich hier um Nachmittag 1 Uhr w. Dr. Z. (wahre Dresdener Zeit) befinde. Von diesem Punkte I tragen wir vorwärts und rückwärts (ostwärts und westwärts) die Stundenlänge nach dem Maassstab „Mondlauf in 1 Stunde" ab, wodurch wir die Punkte XXII, XXIII, 0, I, II, III und IV erhalten. XXII bedeutet Vormittag 10 Uhr, XXIII bedeutet Vormittag 11 Uhr, 0 bedeutet Mittag 12 Uhr. Der astronomische Tag beginnt nämlich Mittag 12 Uhr mit 0 und wird bis XXIII fortgezählt, welches demnach auf bürgerliche Zeit Vormittag 11 Uhr fällt.

Astronomisch						Bürgerlich					
14.	März	XXII^h	0^m	=	15.	März	Vormittag	10	Uhr	0	Min.
14.	„	XXIII	0	=	15.	„	„	11	„	0	„
14.	„	XXIII	59	=	15.	„	„	11	„	59	„
15.	„	0	0	=	15.	„	Mittag	12	„	0	„
15.	„	I	0	=	15.	„	Nachmittag	1	„	0	„

Bei Anwendung von grösserem Maassstabe, als es in der Zeichnung Taf. I. geschehen ist, theilt man diese Stunden in Minuten ein. Hierdurch erhält man den Stand des Mondes für jede Minute in der Zeichnung. Nach dem hier angewendeten Maassstab müsste die Zeichnung mit grosser Sorgfalt und die Eintheilung womöglich mit Hilfe einer Lupe gemacht und abgelesen werden. Durch genaue Abmessung der Strecke in der Mondbahn nach dem Stundenmaassstabe findet man:

der Mondmittelpunkt ist in *A*...	März	14	XXII^h	18^m	w.	Dr.	Z.
„ „ „ „ *B*...	„	„	XXIII	28	„	„	„
„ „ „ „ *M*...	„	15	0	51	„	„	„
„ „ „ „ *D*...	„	„	II	14	„	„	„
„ „ „ „ *E*...	„	„	III	24	„	„	„

Hieraus ergiebt sich für die Sonnenfinsterniss auf der Erde überhaupt

Anfang der part. Finst....	März	14	XXII^h	18^m	w.	Dr.	Z.
„ „ centr. „ ...	„	„	XXIII	28	„	„	„
Mitte der Finsterniss ...	„	15	0	51	„	„	„
Ende der centr. Finst. ...	„	„	II	14	„	„	„
„ „ part. „ ...	„	„	III	24	„	„	„

Die Zeitgleichung 1858 März 15 beträgt + 9^m 7,46^sec., d. h. der mittlere Mittag, wie ihn die gewöhnlichen richtig gehenden Uhren anzeigen, tritt 9^m 7,46^sec. früher ein, als der wahre Mittag, als der Durchgang der Sonne durch den Ortsmeridian.

Es ist daher mit Vernachlässigung der 7,46^sec.

astrom. w. Dr. Z.					bürgerl. mittl. Dr. Z.				
März 14.	XXII^h	18^m	...	d. 15. März	Vorm.	10	Uhr	27	Min.
„ „	XXIII	28	...	„ „ „	„	11	„	37	„
„ 15.	0	51	...	„ „ „	Nachm.	1	„	0	„
„ „	II	14	...	„ „ „	„	2	„	23	„
„ „	III	24	...	„ „ „	„	3	„	33	„

Die ganze Verfinsterung auf der Erde überhaupt (nicht an einem bestimmten Ort) währt demnach 5 Stunden 6 Minuten.

Die centrale Verfinsterung im Allgemeinen währt 2 Stunden 46 Minuten.

Es ist aber bis jetzt noch nicht ermittelt worden, an welchem Orte der Erde der Anfang u. s. w. der Finsterniss gesehen werde. Nur die Zeit, nach Dresdener Stand der Uhr, haben wir gefunden, zu welcher Anfang u. s. w. an irgend einem Orte der Erde erblickt werden kann. Dies aber können wir schon jetzt, unter Berücksichtigung einiger im Vorhergehenden über den Eintritt des Mond-

mittelpunktes in den Rand der Kreise angestellten Betrachtungen erschliessen, nämlich

dass der Anfang der Finsterniss auf der Erde überhaupt an einem Orte gesehen werde, welchem die Sonne aufgeht, wenn es in Dresden am 15. März Vormittags 10 Uhr 27 Min. ist, ferner

dass der Anfang der centralen Finsterniss im Allgemeinen an einem Orte gesehen werde, welchem die Sonne aufgeht, wenn es Dresden den 15. März Vormittags 11 Uhr 37 Min. ist, ferner

dass das Ende der centralen Finsterniss im Allgemeinen an einem Orte gesehen werde, welchem die Sonne untergeht, wenn es in Dresden den 15. März Nachmittag 2 Uhr 23 Min. ist, und endlich

dass das Ende der centralen Finsterniss auf der Erde überhaupt an einem Orte gesehen werde, welchem die Sonne untergeht, wenn es in Dresden den 15. März Nachmittag 3 Uhr 33 Min. ist.

Hierbei ist durchgängig Dresdener mittlere Zeit angegeben.

Der Mond befindet sich in der Mitte der Finsterniss im Allgemeinen um 0^h 51^m w. Dr. Z. und in Conjunction mit der Sonne um 0^h 58^m w. Dr. Z., also erfolgt die Conjunction 7 Zeitminuten nach der Mitte der Finsterniss.

Es ist hier statt 57^m $54^{sec.}$ gesetzt worden 58^m.

Man kann die Längen *MA, MB, MC, MD* und *ME* auch nach dem Bogenmaassstab messen und man wird finden, dass

$MA = 81$ Bogenminuten
$MB = 44$ „
$MC = 3\frac{1}{4}$ „ (circa)
$MD = 44$ „
$ME = 81$ „

Es lässt sich zur Einsicht in die Uebereinstimmung zwischen den hier gefundenen Zeit- und Bogengrössen folgende Betrachtung anstellen: der Mond geht in jeder Minute fast 8 Meilen in seiner Bahn; setzen wir hier $7\frac{7}{8}$ Meilen. Von *B* bis *M* gelangt er in 1 Stunde 23 Minuten. Dies giebt einen Weg von 653 Meilen. Die Mondparallaxe entspricht dem Erdhalbmesser, also 860 Meilen. Es muss sich also in der Zeichnung Taf. I. die Linie *TW* zur Linie *MB* verhalten wie 860 zu 653. *TW* ist die Länge von 58 Bogen-

minuten, und *MB* enthält, wie wir so eben durch Messen gefunden haben, 44 Bogenminuten; daher

$$58 : 44 = 860 : 653,$$

was hinreichend annähernd richtig ist.

Man ziehe die gerade Linie *TM*, welche senkrecht auf der relativen Mondbahn steht und den kleinsten Abstand derselben vom Punkte *T* bezeichnet.

Zur Zeit der Mitte der Finsterniss dringt der Mond am weitesten in den Kreis *WGO* ein. Es kommt zu dieser Zeit der Mondmittelpunkt dem Sonnenmittelpunkt für den Blick aus dem Mittelpunkt der Erde (oder für den auf der erleuchteten Erdhälfte am höchsten, oder in der Mitte desselben stehenden Beobachter) am nächsten.

Man kann die Linie *TM* auch nach dem Bogenmaassstab „1 Grad = 60 Minuten" messen. Es enthält diese Linie 37¼ Bogenminuten.

Der Winkel *MTC*, welcher den Winkel *bCl* gleich ist, giebt die Neigung der relativen Bahn zur Ekliptik an.

Man ziehe die geraden Linien *TA*, *TB*, *TD* und *TE*. *TA* durchschneidet den Umkreis *WGO* in *a*, *TE* durchschneidet denselben in *e*.

Der Ort *a* liegt dem Punkt *A* unter allen Oertern des Umkreises *WGO* am nächsten, der Ort *e* dem Punkt *E*.

Der Sonnenmittelpunkt muss in *a* erscheinen, wenn der Sonnenrand den Mondrand berühren soll, da der Mondmittelpunkt in *A* steht. Derjenige Beobachter auf der Erde, welcher in der oben (Seite 60) angegebenen Bedeutung dem am Himmel befindlichen Punkt *a* auf der Erde gegenübersteht, sieht demnach den Anfang der partiellen Finsterniss auf der Erde überhaupt.

Der Sonnenmittelpunkt muss in *e* erscheinen, wenn der Sonnenrand den Mondrand berühren soll, da der Mondmittelpunkt in *E* steht. Derjenige Beobachter auf der Erde, welcher dem am Himmel befindlichen Punkt *e* auf der Erde gegenübersteht, sieht daher das Ende der partiellen Finsterniss auf der Erde überhaupt.

In gleicher Weise ergiebt sich, dass derjenige Beobachter, welcher auf der Erde dem am Himmel befindlichen Punkt *B* gegenübersteht, den Anfang der centralen Finsterniss im Allgemeinen,

und derjenige, welcher dem Punkt *D* gegenübersteht, das Ende derselben sieht.

Wir werden später die Lage der Punte *a*, *B*, *D* und *e* nochmals in Erwägung ziehen.

Man bilde um die Punkte *A*, *B*, *M*, *D* und *E* Mondkreise, wobei man als Halbmesser die Grösse des Mondradius nach dem Bogenmaassstab annimmt.

Die äusseren Kreise um *A* und um *E* reichen mit dem Rand bis an die Grenze des Sonnenrandes, bis an den Kreis *HUJ*. Die inneren Kreise um *B* und um *D* reichen nicht ganz bis an diese Grenze. Die äussere Berührung findet genau statt, bei der centralen Finsterniss wird die Sonnenscheibe nicht vollständig durch die Mondscheibe bedeckt.

Auf Taf. I. sind neben dem Bogenmaassstab die Mondscheibe und die Sonnenscheibe nach diesem Maassstabe gezeichnet, die Mondscheibe mit dem Halbmesser 15,9, die Sonnenscheibe mit dem Halbmesser 16,1.

Man kann zur anschaulicheren Darstellung um jeden der Punkte *a*, *B*, *D* und *e* eine Sonnenscheibe zeichnen. Hier ist es nicht geschehen, um eine zu grosse Anhäufung von Linien zu vermeiden. Noch deutlicher wird die Anschauung, wenn man die Sonnenkreise mit Rothstift zeichnet.

Dass der Punkt *a* hier am Umkreise der Mondscheibe um *B* liegt, ist nicht wesentlich. Der Mondkreis um *B* und der Punkt *a* stehen in keiner Beziehung zu einander.

Wenn man den Mittelpunkt des Mondes auf der Mondbahn allmählig fortrücken lässt, so kann man noch verschiedene Zeitbestimmungen ermitteln.

Man lasse den Mondmittelpunkt so weit fortschreiten, dass der Mondrand den Kreis *WGO* berührt, so steht der Mondmittelpunkt auf 8 Zeitminuten vor XXIII^h w. Dr. Z., also XXII^h 52^m w. Dr. Z. oder Vormittag 11 Uhr 1 Minute mittl. Dr. Z. bürgerlich, und diese Stellung bezeichnet den Anfang der sechszolligen Finsterniss auf der Erde überhaupt; denn bei dieser Stellung des Mondes reicht der Mondrand zuerst bis zum Sonnenmittelpunkt, für dessen scheinbaren Standpunkt aber der Kreis *WGO* die Grenze bildet, über welche

hinaus er nicht gelangt, und dies erzeugt die Erscheinung der sechszolligen Sonnenfinsterniss.

In gleicher Weise findet man durch Fortrückung des Mondmittelpunktes, bis auf der Ostseite der Mondrand den Kreis *WGO* berührt, für das Ende der sechszolligen Finsterniss auf der Erde überhaupt II^h 50^m w. Dr. Z. oder Nachmittag 2 Uhr 59 Minuten mittl. Dr. Z.

Anfang und Ende der einzolligen, zweizolligen u. s. w. Finsterniss auf der Erde überhaupt lassen sich auf ähnliche Weise bestimmen. Der Sonnenrand reicht bis zum Kreise *HUJ*, der Sonnenmittelpunkt bis zum Kreise *WGO*. Wenn man nun den Sonnenradius *WH* in 6 gleiche Theile theilt und durch diese Theilpunkte Kreise um *T* legt (was man bei sehr grossem Maassstabe füglich ausführen kann) und dann den Mondrand bis zum ersten neben dem Kreis *HUJ* liegenden Kreise fortführt, dann zum zweiten u. s. w., so erhält man in der Stellung des Mondmittelpunktes die Zeit für Anfang der einzolligen, zweizolligen u. s. w. Finsterniss auf der Erde überhaupt, angegeben nach wahrer Dresdener Zeit.

Auf der Ostseite der Zeichnung wird das gleiche Verfahren zur Ermittelung der Endzeiten der verschiedenen Finsternissgrössen auf der Erde überhaupt beobachtet.

Die Theilung von *WH* u. s. w. reicht aber nur bis zur Bestimmung der sechszolligen Finsterniss. Man setzt, um bis zur centralen Finsterniss fortzuschreiten, die Bildung der Kreise um *T* innerhalb des Kreises *WGO* in den vorher angenommenen Abständen fort, bis man durch sechs solche Abstände auch nach Innen bis zur Grösse des Sonnenradius von *WGO* entfernt, den zwölften dieser sämmtlichen Kreise gebildet hat. Hierauf folgt wiederum Fortrückung des Mondrandes bis zur-Berührung der Kreise und Notirung des dabei statthabenden Standortes des Mondmittelpunktes in der nach wahrer Dresdener Zeit eingetheilten Mondbahn.

Die von der Sonne erleuchtete Erdhälfte steht stets dem Kreis *WGO* gegenüber, in dessen Mittelpunkt für den Blick aus dem Mittelpunkt der Erde der Sonnenmittelpunkt liegt. Der Umfang dieses Kreises entspricht dem Rande der der Sonne zugewendeten Erdhälfte; die Westseite dieser sieht so eben die Sonne aufgehen, die Ostseite sieht dieselbe untergehen. Wenn der Mond bei dem

Anfang der Finsterniss auf der Erde überhaupt in *A* steht, so erhält man dadurch, dass man von *T* nach *A* eine Gerade zieht, im Kreise *WGO* den Ort *a* als denjenigen Punkt am Himmel bezeichnet, dem auf der erleuchteten Erdhälfte am Rande derselben der Ort gegenübersteht, an welchem man diesen Anfang der Finsterniss sieht. In gleicher Weise erhält man die Standorte für die Erscheinung des Anfangs der einzolligen, zweizolligen u. s. w. Finsterniss, wenn man stets zu dem zugehörigen Standort des Mondmittelpunktes aus *T* eine gerade Linie zieht. Es werden dadurch im Umkreise *WGO*, da wo diese Linien denselben durchschneiden, diejenigen Oerter bezeichnet, welche für die jedesmal zugehörige Grösse der Finsterniss den Standpunkt am Rande der erleuchteten Erdhälfte angeben, wo man eben den Anfang dieser Grösse der Finsterniss auf der Erde überhaupt sieht.

Um nun aber diesen Standpunkt der erleuchteten Erdhälfte näher bestimmen zu können, müssen wir die Lage des Aequators gegen die Ekliptik, wie dieselbe zur Zeit der Conjunction ist, in die Figur einzeichnen. Stellen wir uns vor, es werden durch den Sonnenmittelpunkt, wo sich derselbe eben zu dieser Zeit in der Ekliptik befindet, ein Breitenkreis sowohl als auch ein Deklinationskreis gelegt, so bezeichnet der Winkel, welchen diese Kreislinien bilden, die Lage des Aequators gegen die Ekliptik zu der genannten Zeit. Man sagt zwar, es bilde der Aequator mit der Ekliptik einen constanten Winkel, nämlich den Winkel 23° 27′ 38″, aber dies bezieht sich nur auf die Lage der Ebene des Aequators zur Ebene der Ekliptik. Die Aequatorlinie ist so wie die Ekliptiklinie am Himmel ein Kreis. Diese beiden Kreise durchschneiden einander, nämlich im Frühlingspunkt und im Herbstpunkt. In diesen Punkten haben auch diese Linien die Neigung 23° 27′ 38″ zu einander. Aber mit der Entfernung von diesen Punkten wird die Neigung des Aequators gegen die Ekliptik geringer, bis sie in der Mitte zwischen diesen Punkten gleich Null wird, d. h. gerade in dem Halbirungspunkte haben Aequatorlinie und Ekliptiklinie eine parallele Richtung. Die Richtung einer krummen Linie, welche dieselbe in irgend einem ihrer Punkte hat, findet man nämlich, wenn man in dem betreffenden Punkte ein Tangente an diese Linie legt. Die Tangenten in dem Aequinoctialpunkt an Aequa-

torlinie und Ekliptiklinie gelegt, bilden den Winkel 23° 27′ 38″. Die Tangenten in den bezeichneten Halbirungspunkten (da wo Halbkreis des Aequators und der Halbkreis der Ekliptik ihren grössten Abstand von einander erreicht haben, und im nächsten Punkte sich wieder einander zu nähern beginnen) haben parallele Lage zu einander.

Da nun jeder Breitenkreis in dem Punkt, durch welchen er gelegt wird, senkrecht auf der Ekliptiklinie steht, und da jeder Deklinationskreis in dem Punkte, durch welchen er gelegt wird, senkrecht auf der Aequatorlinie steht, so bilden eben der Breitenkreis und der Deklinationskreis, welche beide durch den Sonnenmittelpunkt gelegt werden, die Neigung der Aequatorlinie gegen die Ekliptiklinie für denjenigen Punkt, in welchem die Sonne steht. Man nennt denjenigen Winkel, welchen der durch ein Gestirn gelegte Deklinationskreis mit dem durch dasselbe Gestirn gelegten Breitenkreis bildet den Positionswinkel.

Da die Sonne in jedem Jahre am 21. März im Frühlingspunkt und am 22. September im Herbstpunkt steht, so ist an diesen beiden Tagen die Neigung der Aequatorlinie gegen die Ekliptiklinie 23° 27′ 38″. Da die Sonne am 21. Juni ihren grössten nördlichen Abstand vom Aequator und am 22. December den grössten südlichen Abstand von demselben hat, so findet an den beiden Tagen die parallele Lage der Aequatorlinie gegen die Ekliptiklinie statt. Vom 21. März bis 21. Juni nimmt der Winkel, welchen die Aequatorlinie mit der Ekliptiklinie bildet, ab, vom 21. Juni bis 22. September nimmt derselbe zu, vom 22. September bis 22. December nimmt derselbe wieder ab, und vom 22. December bis 21. März wieder zu.

Der Winkel, welchen die Aequatorlinie mit der Ekliptiklinie an jedem Tage des Jahres Mittags bildet, der Positionswinkel der Sonne für jeden Tag des Jahres, ist in Tabelle I. angegeben.

Man lege die gerade Linie QR durch den Punkt T, so dass dieselbe mit der Ekliptiklinie WO einen Winkel bildet, welcher dem Positionswinkel der Sonne am Tage der Conjunction gleich ist. Wenn die Conjunction in der Zeit vom 22. December bis 21. Juni eintritt, so durchschneidet die Linie

QR den Kreis *WGO* auf der Westseite desselben nördlich von *W*; tritt die Conjunction vom 21. Juni bis 22. December ein, so durchschneidet die Linie *QR* den Kreis *WGO* auf der Westseite desselben südlich von *W*.

Man ziehe die gerade Linie *TP* aus dem Punkt *T* senkrecht auf *QR*, welche die Richtung des durch die Sonne gelegten Deklinationskreises enthält.

1858. März 15. ist der Positionswinkel der Sonne 23° 22′. Der Punkt *Q* ist nördlich von *W* zu legen, weil der 15. März zwischen 22. December und 21. März fällt.

Die Grösse des Bogens 23° 22′ ist nach den von *W* aus am Umkreise *WGO* angezeigten Graden zu bestimmen.

Der Winkel *GTP* ist dem Winkel *WTQ* gleich, und der Winkel *GTP* ist in der That der Positionswinkel der Sonne, weil *TG* der Breitenkreis und *TP* der zugehörige Deklinationskreis ist. Dieser Deklinationskreis heisst bei Sonnenfinsternissen der allgemeine Meridian. Er entspricht dem über dem Erd-Globus befindlichen Messingring, unter welchem alle Meridiane bei der Drehung des Globus sich hindurchschieben, so dass jeder Ortsmeridian die Lage dieses allgemeinen Meridians annehmen kann.

Wir haben bis jetzt in der Zeichnung auf Tafel I. die Ekliptiklinie *KL* als Grenzlinie zwischen Norden und Süden, und den durch die Sonne gelegten Breitenkreis *TV* als Grenzlinie zwischen Westen und Osten angenommen.

Aus der Tabelle I. ersehen wir, dass der Positionswinkel der Sonne am 15. März 23° 22′ beträgt. Der durch den Mittelpunkt der Sonne gelegte Deklinationskreis bildet also mit dem durch den Mittelpunkt der Sonne gelegten Breitenkreis einen Winkel von 23° 22′. Jeder Breitenkreis geht durch die Pole der Ekliptik; jeder Deklinationskreis durch die Pole des Aequators. Da nun *TP* ein Deklinationskreis ist, so muss in der Richtung *TP* ein Pol des Aequators und zwar hier, in Uebereinstimmung mit früher gemachten Annahmen, der Nordpol liegen. Die Sonne steht zwar am 15. März nicht im Aequator, sondern südlich von demselben, und der Punkt *T* ist daher kein Punkt des Himmelsäquators, da *T* der Ort der

Sonne (in der Ekliptik) am 15. März ist; aber dies hat keinen Einfluss auf die hier angestellte Betrachtung. Der Deklinationskreis ist vom Nordpol über den Aequator hinweg bis zum Mittelpunkt der Sonne fortgeführt zu denken. Der Theil *TP* des durch den Mittelpunkt der Sonne gehenden Deklinationskreises am Himmel liegt innerhalb des Kreises um die Sonne, welchem in dem Seite 60 angegebenen Sinne die erleuchtete Erdhälfte gegenübersteht. Auch der geraden Linie *TP* steht in dieser erleuchteten Erdhälfte eine Linie gegenüber, welche durch den Mittelpunkt der Erde, oder durch den diesem entsprechenden, in der Mitte der erleuchteten Erdhälfte stehenden, Punkt geht. Ferner muss diese gerade Linie *TP*, da sie nach dem Nordpole des Himmels gerichtet ist, auf der Erdhälfte nach dem Nordpole der Erde gerichtet sein. Es entspricht daher die Linie *TP* der Richtung des Messingkreises, welcher am Erdglobus vom Nordpol zu dem Südpol geht. Stellen wir uns nun den Gestellrand des Globus mit seiner Kreiseintheilung vor, so trifft *P* in den Punkt, wo am Gestellrand 90° Norden liegt. *Q* ist westlich, *R* östlich 90° von *P* entfernt, folglich ist *Q* der Ort des Westpunktes, *R* der Ort des Ostpunktes, welche Punkte am Gestellrande mit 0 (Null) bezeichnet sind. Wie wir nun auch den Globus einstellen mögen, den Pol höher oder tiefer, immer wird bei der Drehung des Globus der Aequator am Gestellrand bei 0 (Null Grad) vorübergehen. Man kann daher *Q* und *R* der Lage nach als Punkte des Erd-Aequators auffassen, und zwar *Q* als Westpunkt (in Westen liegenden) und *R* als Ostpunkt, (in Osten liegenden). Stellen wir den Globus still und durchstechen denselben in gerader Richtung von dem Westpunkt zu dem Ostpunkt, so stellt diese Durchstichlinie, welche durch den Mittelpunkt des Globus geht, die Linie *QTR* dar.

Bei Conjunction in der Zeit vom 22. December bis 21. Juni muss deshalb die Ekliptik im Westen südlicher liegen als der Aequator, und in Osten nördlicher, wie es auch in der Zeichnung Tafel I. dargestellt ist, weil die Sonne sich zu dieser Zeit in den aufsteigenden Himmelszeichen: Steinbock, Wassermann, Fische, Widder, Stier, Zwillinge, befindet. Der von Westen nach Osten gerichtete scheinbare Lauf der Sonne beginnt am 22. December im südlichsten (niedrigsten) Punkte der Sonnenbahn und geht stets

nördlich (aufwärts) bis sie am 21. Juni den nördlichsten (höchsten) Punkt in derselben erreicht hat.

Bei Conjunction in der Zeit vom 21. Juni bis 22. December muss deshalb die Ekliptik im Westen nördlicher liegen als der Aequator, und im Osten südlicher, weil die Sonne sich während dieser Zeit in den niedersteigenden Himmelszeichen: Krebs, Löwe, Jungfrau, Waage, Scorpion, Schütze, befindet. Der von Westen nach Osten gerichtete Lauf der Sonne beginnt am 21. Juni im nördlichsten (höchsten) Punkt der Sonnenstrasse und geht stets südlich (niederwärts) bis sie am 22. December den südlichsten (niedrigsten) Punkt in derselben erreicht hat.

Dem Westpunkt des Erdäquators steht nun am Himmelskreise gerade gegenüber der Punkt *Q* und dem Ostpunkte des Erdäquators der Punkt *R*.

Wir betrachten jetzt die Gerade *QR* als Grenzlinie zwischen Norden und Süden, und die Gerade *PT* als Grenzlinie zwischen Westen und Osten um die Resultate unserer Anschauung auf die Erde übertragen zu können, woselbst in gleicher Weise nach dem Aequator und den Polen die Gegenden Norden, Süden, Westen und Osten bestimmt werden.

QT ist demnach bei Nord- und Südbestimmungen am westlichen Rande die Grenzlinie, *RT* ist diese bei Nord- und Südbestimmungen am östlichen Rande.

Wenn der Mond in *A* steht und die erste Randberührung stattfindet, erblickt dieselbe, wie bereits erörtert worden ist, der Beobachter, welcher sich am Rande der erleuchteten Erdhälfte in *a* befindet.

Der Punkt *a* ist vom Westpunkte des Aequators vom Punkte *Q* um 4° 25′ südlich entfernt.

Man misst dies ab nach den Graden, die im Umkreise *WGO* bei *W* dargestellt sind. Namentlich für diese Gradbestimmungen ist es erforderlich die Zeichnung in sehr grossem Maasstabe auszuführen.

B, der Standort des Beobachters, welcher zuerst die centrale Finsterniss sieht, ist vom Westpunkte um 11° 20′ nördlich entfernt.

D, der Standort des Beobachters, welcher zuletzt die centrale Finsterniss sieht, ist vom Ostpunkte *R* um 69° 20′ nördlich entfernt.

e, der Standpunkt des Beobachters, welcher das Ende der Finsterniss auf der Erde überhaupt sieht, ist vom Ostpunkte um 53° 48′ nördlich entfernt.

Diese Ortsbestimmungen:

Anfang der Finsterniss auf der Erde überhaupt	4° 25′	südliche Breite,
Anfang der centralen Finsterniss	11° 20′	nördliche Breite,
Ende der centralen Finsterniss	69° 20′	nördliche Breite,
Ende der Finsterniss auf der Erde überhaupt	53° 48′	nördliche Breite,

sind noch nicht als südliche oder nördliche geographische Breiten aufzufassen. Es sind dies vielmehr die südlichen und nördlichen Breiten am Gestellrande des Globus, die allgemeinen Breiten, um diese Bezeichnung anzuwenden, und wir bedürfen auch noch im Folgenden dieser Angaben zu Untersuchungen mit Hilfe des Globus.

Wenn aber, wie es hier der Fall ist, zur Zeit der Sonnenfinsterniss die Deklination der Sonne sehr gering ist (bei der hier erörterten Sonnenfinsterniss — 2° 8′), so kann man für annähernde Ortsbestimmungen die auf diese Weise ermittelten Breiten, als geographische Breiten auffassen. Es beträgt der Unterschied hierbei selbst in der Breite 69° nur wenige Bogenminuten.

Auf ähnliche Weise können wir auch die Breiten am Gestellrande, die allgemeinen Breiten, für den Anfang und das Ende der einzolligen, zweizolligen u. s. w. Sonnenfinsterniss bestimmen.

In Tabelle II. sind mittelbar die geographischen Breiten angegeben, welche man für die verschiedenen Deklinationen der Sonne anstatt der am Kreis *WGO* gefundenen Breiten, anstatt der allgemeinen Breiten, einzusetzen hat.

Diese Tabelle enthält nämlich die Unterschiede zwischen den allgemeinen und den geographischen Breiten für die allgemeinen Breiten 10°, 20°, u. s. w., bis 90° bei den Deklinationen der Sonne 1°, 2° u. s. w. bis 23½°. Es bezeichne α die allgemeine Breite, *C* das Complement der Deklination und γ die geographische Breite, so ist die Tabelle nach der Formel $\sin \gamma = \sin \alpha . \sin C$ berechnet und es ist in die Tabelle der Werth $(\alpha - \gamma)$ eingetragen worden.

Die Einrichtung der Tabelle ist folgende:

Die oberste Horizontalreihe enthält die allgemeinen Breiten 10°, 20° u. s. w. bis mit 80°. Die erste Vertikalreihe enthält die Sonnendeklination 1°, 2°, u. s. w. bis mit 23½°. Man wähle nun zuerst die Horizontalreihe, welche der zur Zeit der Sonnenfinsterniss statthabenden Sonnendeklination entspricht. In unserem Beispiele (Dekl. der Sonne = — 2°) ist die zweite Horizontalreihe der Differenzzahlen (0,4; 0,8; 1,2 u. s. w.) in Anwendung zu bringen. Hierauf suche man in dieser Reihe die Differenzzahl, welche der zu verwandelnden allgemeinen Breite zugehört, wobei man sich nach den obersten Zahlen 10°, 20° u. s. w. richtet.

Ist die zu verwandelnde allgemeine Breite nicht 10°, 20° u. s. w. selbst, sondern liegt dieselbe zwischen 0° und 10° oder zwischen 10° und 20° u. s. w., so wählt man die Differenzzahl der ihr nächstkommenden vollen Grade (z. B. bei 11° die für 10° oder bei 19° die für 20° gegebene Differenzzahl).

Wenn die Deklination der Sonne neben den Graden noch Minuten enthält, so kann man diese Minuten vernachlässigen, man rechne z. B. 2° 8′ als 2° oder 4° 57′ als 5°, und wähle demnach die Horizontalreihe für 2° oder im andern Falle die für 5° Deklination der Sonne.

Genauer erhält man das Resultat sowohl bei zwischenfallenden Breitengrössen, als auch bei zwischenfallenden Deklinationsgrössen, wenn man die Proportionsrechnung oder die Interpolationsrechnung dabei in Anwendung bringt. Ueber beide Rechnungsarten soll anderwärts das Erforderliche mitgetheilt werden.

Wenn die Deklination gleich Null ist, d. h. wenn die Sonne im Aequator steht, dann ist die Differenzzahl bei allen allgemeinen Breiten gleich Null, es ist die geographische in diesem Falle der allgemeinen Breite gleich.

Wenn die allgemeine Breite gleich Null ist, dann ist für jede Deklinationsgrösse die Differenzzahl gleich Null, die geographische Breite ist der allgemeinen gleich.

Wenn die allgemeine Breite gleich 90° ist, so ist die Differenzzahl stets der Deklination der Sonne gleich, für welche dieselbe gesucht werden soll.

Die geographische Breite ist stets kleiner als die allgemeine Breite; es ist daher zur Bestimmung der geographischen aus der allgemeinen Breite stets die Differenzzahl, sei es nun die unmittelbar aus der Tabelle entnommene, sei es die nach der Tabelle berechnete, von der allgemeinen Breite zu subtrahiren.

Suchen wir nun zu den gefundenen geographischen Breiten der Oerter der Erde, welche Anfang oder Ende der partiellen oder der centralen Sonnenfinsterniss erblicken, die zugehörigen Breiten, so müssen wir die Zeiten, zu welchen dieselben statthaben, in Erwägung ziehen, wir müssen ermitteln, welche Hälfte der Erdkugel zu diesen Zeitmomenten von der Sonne erleuchtet ist.

Am leichtesten gewinnt man die hierbei erforderliche Anschauung, wenn man sich des Erdglobus bedient. Man nimmt wiederum an, dass der Gestellrand des Globus horizontal stehe und dass sich die Sonne, sehr weit vom Globus entfernt, genau über der Mitte der oberen Hälfte desselben befinde.

Nun stellen wir mit Anwendung der für die zu bestimmende Sonnenfinsterniss bereits erhaltenen Zeitangaben folgende Betrachtung an, woraus man die allgemeinen Regeln leicht ableiten kann.

Am wahren Mittage eines jeden Ortes der Erde steht dieser in dem von Norden nach Süden gehenden Halbirungskreis der erleuchteten Erdhälfte, d. i. unter dem Messingkreis des Globus, welchen wir auch allgemeinen Meridian genannt haben.

In jeder Stunde dreht sich die Erde um 15 Grad von Westen nach Osten, welche Grade wir an den Graden des Aequators abzählen können, die sich unter dem Messingkreis bei der Drehung der Erdkugel hinwegschieben.

Der am weitesten westlich liegende Punkt des Aequators der erleuchteten Erdhälfte sowohl, als auch der am weitesten östlich liegende desselben ist vom allgemeinen Meridian um 90° entfernt.

Der Anfang der partiellen Sonnenfinsterniss fällt auf XXII^{h} 18^{m} wahre Dresd. Zeit. Dresden ist zu dieser Zeit vom wahren Mittage noch 1 St. 42 M. entfernt; nach Verlauf von 1 St. 42 M. befindet sich also Dresden unter dem Messingkreis, folglich steht es jetzt noch 25° 30′ westlich von demselben. Die östliche Länge Dresdens (von Ferro, welcher Anfangspunkt hier durchgängig angenommen ist) beträgt 31°

24′, daher steht zu dieser Zeit der Erdmeridian 56° 54′ unter dem Messingkreis, unter dem allgemeinen Meridian, unter dem von Süden nach Norden gehenden Halbirungskreis der erleuchteten Erdhälfte; denn 31° 24′ + 25° 30′ = 56° 54′. Am weitesten westlich unter allen Punkten des Aequators liegt der Punkt 326° 54′ östliche Länge, am weitesten westlich 146° 54′; denn 56° 54′ — 90° = — 33° 6′ (westliche) Länge, welche der östlichen Länge 326° 54′ gleich ist, und ferner 56° 54′ + 90° = 146° 54′. Der westlichste Punkt tritt soeben in die erleuchtete Hälfte ein, der östlichste Punkt tritt soeben aus derselben aus. Wir berücksichtigen bei dem Anfange der Finsterniss nur den westlichsten Punkt, weil alle einzelnen Phasen der Finsterniss am westlichen Rande zuerst gesehen werden.

Wir notiren zunächst 326° 54′ als denjenigen Punkt des Aequators, welcher am Westrande der erleuchteten Erdhälfte zu der Zeit steht, da die partielle Sonnenfinsterniss beginnt.

Die centrale Sonnenfinsterniss beginnt um XXIII^h 28^m w. Dr. Z. Dresden ist zu dieser noch 32 Zeitminuten oder 8° vom allgemeinen Meridian westlich entfernt. Unter dem allgemeinen Meridian steht also jetzt der Punkt des Aequators 39° 24′; den 31° 24′ + 8° = 39° 24′. Folglich steht am Westrande der Punkt des Aequators 309° 24′ und am Ostrande 129° 24′; denn 39° 24′ — 90° = — 50° 36′ (westliche) Länge, welche 309° 24′ östlicher Länge gleich ist, und ferner 39° 24′ + 90° = 129° 24′.

Also:

Der Aequatorpunkt 309° 24′ steht zu Anfange der centralen Sonnenfinsterniss am Westrande der erleuchteten Erdhälfte.

Die centrale Sonnenfinsterniss endigt um II^h 14^m w. Dr. Z. Dresden ist zu dieser Zeit 33° 30′ östlich vom allgemeinen Meridian entfernt; es befindet sich daher unter demselben der Aequatorpunkt 357° 54′; denn 31° 24′ — 33° 30′ = — 2° 6′ (westliche) Länge, welche der östlichen Länge 357° 54′ gleich ist. Daher steht am westlichen Rande der Aequatorpunkt 267° 54′ und am östlichen Rande 87° 54′; denn 357° 54′ — 90° = 267° 54′ und ferner 357° 54′ + 90° = 360° + 87° 54′. Wir berücksichtigen bei dem Ende der Erscheinungen der Sonnenfinsterniss in diesem Falle nur den Ostrand, da daselbst diese zuletzt gesehen werden.

Also:

Der Aequatorpunkt 87° 54′ steht bei dem Ende der centralen Sonnenfinsterniss am Ostrande der erleuchteten Erdhälfte.

Die partielle Sonnenfinsterniss endigt um III^h 24′ w. Dr. Z. Dresden ist zu dieser Zeit 51° östlich vom allgemeinen Meridian entfernt, es befindet sich daher unter demselben der Aequatorpunkt 340° 24′; denn 31° 24′ — 51° = — 19° 36′ (westliche) Länge, welche der östlichen Länge 340° 24′ gleich ist. Daher steht am westlichen Rande der Aequatorpunkt 250° 24′ und am östlichen Rande 70° 24′; denn 340° 24′ — 90° = 250° 24′ und ferner 340° 24′ + 90° = 360° + 70° 24′.

Also:

Der Aequatorpunkt 70° 24′ steht bei dem Ende der partiellen Sonnenfinsterniss am Ostrande der erleuchteten Erdhälfte.

Diese Ortsbestimmungen:

Anfang der Finsterniss auf der Erde überhaupt	326° 54′ östl. Länge,
Anfang der centralen Finsterniss	309° 24′ östl. Länge,
Ende der centralen Finsterniss	87° 54′ östl. Länge,
Ende der Finsterniss auf der Erde überhaupt	70° 24′ östl. Länge,

können nur dann, ohne eine Umwandlung zu erhalten, als geographische östliche Längen aufgefasst werden, wenn entweder die Deklination der Sonne gleich Null ist, oder wenn die jedesmal zugehörige allgemeine Breite gleich Null ist. Wenn aber keines von beiden stattfindet, so müssen die hier gefundenen Längen noch verwandelt werden, weil bei der Stellung der Pole über oder unter dem Gestellrande, die über ihn sich erhebenden oder unter ihn niedergehenden Punkte des Globus in den verschiedenen Breiten mit dem gleichzeitig auf- oder untergehenden Punkte des Aequators nicht gleiche Länge haben. Die Einstellung der Pole richtet sich aber nach dem Deklinationsstand der Sonne, indem senkrecht unter dem Sonnenmittelpunkt im allgemeinen Meridian derjenige südliche oder nördliche Punkt der geographischen Breite liegen muss, welcher der Deklination der Sonne gleich ist.

Wir wollen daher die hier gefundene Länge, der Kürze wegen, „allgemeine Länge“ nennen, entsprechend dem vorher gebrauchten Ausdrucke: allgemeine Breite.

Zunächst noch die Bemerkung, dass auf ähnliche Weise, wie jetzt die Untersuchungen über Anfang und Ende der partiellen und centralen Sonnenfinsterniss angestellt worden sind, auch ermittelt werden könne, in welcher allgemeinen Länge der Sonne zuerst ein Zoll, zwei Zoll u. s. w. verfinstert gesehen werden.

Unter Anwendung der Tabelle III. lassen sich nun die allgemeinen Längen in geographische Längen verwandeln.

Diese Tabelle enthält nämlich die Unterschiede zwischen allgemeinen und geographischen Längen, welche bei der Deklination der Sonne von 1° 2° 3° u. s. w. und zugleich den allgemeinen Breiten von 10° 20° 30° u. s. w. stattfinden. Es bezeichne α die allgemeine Breite, C das Complement der Deklination der Sonne und β die Differenz zwischen allgemeiner und geographischer Breite, so ist die Tabelle nach der Formel $tg\ \beta = cos.\ C\ tg\ \alpha$ berechnet, und es ist in die Tabelle sogleich die für β gefundene Grösse eingetragen worden.

Die Einrichtung der Tafel ist folgende:

Die oberste Horizontalreihe enthält die allgemeine Breite 10° 20° u. s. w. bis 90°. Die erste Vertikalreihe enthält die (Sonnen-) Deklinationen 1° 2° 3° u. s. w. bis 23½°. Man wähle nun zuerst die Horizontalreihe, welche der während der Sonnenfinsterniss statthabenden Deklination der Sonne entspricht. In unserem Beispiele (Dekl. der Sonne = — 2°) ist die zweite Horizontalreihe in Anwendung zu bringen. Hierauf sucht man die Differenzzahl, welche der zu verwandelnden allgemeinen Länge zugehört, wobei man sich nach den obersten Zahlen 10° 20° u. s. w. richtet.

Wenn die bei der Sonnenfinsterniss statthabende Deklination der Sonne nicht gerade 1° oder 2° u. s. w. beträgt, sondern noch Minuten dabei vorkommen, so begnügt man sich entweder mit der Annahme der nächstliegenden vollen Gradgrösse (z. B. statt 2° 8′ nimmt man 2° an), oder man wendet die Proportions- oder Interpolationsrechnung an, welche Rechnungsarten in ihrer einfachsten Anwendung im Anhange gelehrt werden sollen.

Ist die Deklination der Sonne gleich Null, steht also die Sonne im Aequator, so sind die geographischen Längen den allgemeinen Längen gleich.

Ist die allgemeine Breite gleich Null, befindet sich also der Ort, elcher Anfang oder Ende einer Sonnenfinsterniss-Phase sieht, im equator, so ist die geographische Länge der allgemeinen Länge leich.

Ist die allgemeine Breite gleich 90° und die Deklination der onne nicht Null, so ist die geographische Länge stets um 90° von er allgemeinen Länge verschieden. Wenn aber hierbei die Deklination der Sonne Null ist, so liegt der Pol im Punkt der allgemeinen Breite von 90°, und der Polpunkt selbst kann alle Längen haben, da n ihm alle Meridiane zusammentreffen.

Die in der Tabelle angegebenen oder nach den hier gemachten ngaben berechneten Differenzzahlen werden nun für die Bestimmung er geographischen Längen entweder zu der allgemeinen Länge ddirt oder von derselben abgezogen, und zwar nach folgenden egeln:

Wenn die Deklination der Sonne nördlich (+) ist und

1) die allgemeine Breite nördlich am Westrande oder südlich am Ostrande, so subtrahirt man die Differenzzahl von der allgemeinen Länge. Die Punkte des Globus, welche zwischen dem Westpunkt und Nordpunkt und zwischen dem Ostpunkt und Südpunkt am Gestellrande sich von 0° bis 90° befinden, haben eine geographisch westlichere Lage als der gleichzeitig am Rand befindliche zugehörige Aequatorpunkt. Es ist stets der Meridian zu berücksichtigen, in welchem der betreffende Punkt liegt.
2) die allgemeine Breite südlich am Westrande oder nördlich am Ostrande, so addirt man die Differenzzahl zu der allgemeinen Länge. Denn die Punkte des Globus, welche zwischen dem Westpunkte und Südpunkte und zwischen dem Ostpunkte und Nordpunkte am Gestellrande sich von 0° bis 90° befinden, haben eine geographische östlichere Lage als der gleichzeitig am Rande befindliche zugehörige Aequatorpunkt.

Wenn die Deklination der Sonne südlich (—) ist und

1) die allgemeine Breite nördlich am Westrande oder südlich am Ostrande, so addirt man die Differenzzahl zu der allge-

meinen Länge. Die Punkte des Globus, welche zwischen dem Westpunkte und Nordpunkte und zwischen dem Ostpunkte und Südpunkte am Gestellrande sich von 0° bis 90° befinden, haben eine geographisch östlichere Lage als der gleichzeitig am Rand befindliche zugehörige Aequatorpunkt,

2) die allgemeine Breite südlich am Westrande oder nördlich am Ostrande, so subtrahirt man die Differenzzahl von der allgemeinen Länge. Denn die Punkte des Globus, welche zwischen dem Westpunkt und Südpunkt und zwischen dem Ostpunkt und Nordpunkt am Gestellrande von 0° bis 90° sich befinden, haben eine geographisch westlichere Lage als der gleichzeitig am Rande befindliche zugehörige Aequatorpunkt.

In dem gewählten Beispiele ist daher:

		Allgem. Länge.	Allgem. Breite.
Anfang der part.	⊙Finsterniss	326° 54′	— 4° 25′
„ „ centr.	„	309 24	+ 11 20
Ende der centr.	„	87 54	+ 69 20
„ „ part.	„	70 24	+ 53 48.

Die Verwandlung der allgemeinen Breite in geographische nach Tabelle II. giebt für — 2° Deklination der Sonne:

bei — 4° 25′ abzuziehen 0′,4; wird vernachlässigt, weil die Differenzzahl für 4° kleiner ist als die Differenzzahl für 10°,

„ + 11° 20′ „ 0′,4; wird als 1′ gerechnet, weil 11° 20′ eine grössere Differenzzahl erfordert als 10°,

„ + 69° 20′ „ 5′,8; wird als 5′ gerechnet, weil 69° 20′ eine kleinere Differenzzahl erfordert als 70°,

„ + 53° 48′ „ 2′,5; wird als 3′ gerechnet, weil 53° 48′ eine grössere Differenzzahl erfordert als 50°.

Daher sind die geographischen Breiten — 4° 25′, + 11° 19′, + 69° 15′ und + 53° 45′.

Die Verwandlung der allgemeinen Längen in geographische nach Tabelle III. mit Anwendung der Proportionsrechnung giebt für — 2° Deklination der Sonne:

bei 326° 54′ abzuziehen 8′; weil bei der allgemeinen Breite — 4° die Proportion entsteht:

10 : 21 = 4 : nahebei 8,

bei 309° 24′ zuzuzählen 24′; weil zwischen 10° und 20° allgemeine Breite die Zunahme der Differenzzahl 22,5′ beträgt, 11° 20′ um 1⅓° grösser ist als 10°, folglich die Proportion gilt:

10 : 22,5 = 1⅓ : nahebei 3,

und diese 3′ zu 21′,2 gezählt, eben die angezeigten 24′ geben.

bei 87° 54′ abzuziehen 5° 28′; weil man die allgemeine Breite 69° 20′ als volle 70° rechnet,

bei 70° 24′ abzuziehen 2° 48′; denn die Zunahme der Differenzzahl zwischen 50° und 60° allgemeine Breite beträgt 1° 5′ oder 65′; ferner 53° 48′ sind um 3⅘° grösser als 50°, daher

10 : 65 = 3⅘ : nahebei 25′,

diese 25′ zu 2° 22′,9 gezählt, geben 2° 48′.

Daher sind die geographischen Längen 326° 46′, 309° 48, 82° 26′ und 67° 36′.

Es sind die gefundenen Zahlengrössen allerdings nur Näherungswerthe, und wenn vielleicht bei einer derselben eine Abweichung von der Wirklichkeit bis zu 16 Bogenminuten sich herausstellte, so ist zu erwägen, dass 1) 15 Bogenminuten in L. nur (c.) 1 Zeitminute ausmachen, und 2) unter einer Breite von 70° beiläufig nur 1 geogr. Meile auf einen Viertelgrad des Parallelkreises zu rechnen ist.

Die centrale Finsterniss im Mittage lässt sich in ähnlicher Weise einer Betrachtung unterwerfen.

Der Deklinationskreis der Sonne, d. i. der allgemeine Meridian (der Messingkreis am Globus) geht durch die Mondbahn in der Zeichnung auf Taf. I. im Punkt *n*, welcher um 32 Zeitminuten vom Punkte der Conjunction, *C*, entfernt ist. Also 32 Minuten, nachdem der Mond in Conjunction mit der Sonne war, geht er durch den allgemeinen Meridian, d. i. um 1^h 30′ w. Dr. Z. Derjenige Ort nun, welcher zu dieser Zeit sich unter dem allgemeinen Meridian befindet, sieht die Sonnenfinsterniss, wenn er sie überhaupt vermöge seiner Lage in Breite sieht, am Mittage, und bei entsprechender Breitenlage sieht er dieselbe central. In dieser entsprechenden Breitenlage befindet sich der Punkt *n*, denn jeder Beobachter auf der erleuchteten Hälfte des Globus sieht die Sonne in einer zur Lage der Ebene des Gestellrandes senkrechten Richtung, und die Mondbahn ist in der Zeichnung so dargestellt, als wäre sie aus ihrer wirklichen Lage in senkrechter Richtung zum Gestellrand auf den Globus herabgesenkt. Es ist demnach der Punkt *n* die Projection des Sonnenmittelpunktes und zugleich des Mondmittelpunktes um 1^h 30^m w. Dr. Z.

Um 1^h 30′ ist Dresden 22° 30′ östlich vom allgemeinen Meridian, folglich steht jetzt unter diesem der Aequatorpunkt 8° 54′ östlicher Länge; denn 31° 24′ — 22° 30′ = 8° 54′. Wir finden hier, da wir nicht auf den Westpunkt oder Ostpunkt und auf den Rand der erleuchteten Erdhälfte Rücksicht zu nehmen haben, die geographische Länge unmittelbar.

Legen wir durch den Punkt *n* eine Senkrechte auf *TP*, so trifft diese sowohl den Ostrand als auch den Westrand des Kreises in einer nördlichen Breite = 47° 40′. Dieser Bogen entspricht demjenigen, welcher am allgemeinen Meridian, oder vielmehr an dem unter diesem stehenden Erdmeridian von der Mitte (oberstem Punkt) bis zu dem Orte der Erde reicht, an welchem die centrale Finsterniss am Mittage gesehen wird. Die Mitte des allgemeinen Meridians hat aber in unserm Falle 2° 8′ südliche Breite. Diese Grösse ist von jenem Bogen abzuziehen, wenn die geographische Breite des betreffenden Ortes angegeben werden soll. Folglich: 47° 40′ — 2° 8′ = 45° 32′ als geographische Breite für den Ort der centralen Finsterniss am Mittag.

Wir stellen nun am Schlusse dieses Abschnittes die in Betreff der Sonnenfinsterniss 1858 März 15. durch Zeichnung erhaltenen Resultate zusammen, wobei wir Dresdener mittlere Zeit annehmen, welche im Verhältniss zur wahren Zeit am 15. März um 9 Minuten voraus ist.

Anfang der part. Sonnenfinst. 1858 März 15. Vorm.	10^h	27^m	mittl. Dr. Z.
in	326^0	$46'$	östl. L. von *F.*
und	4	25	südl. Br.
Anfang der centr. Sonnenfinst. 1858 März 15. Vorm.	11	37	mittl. Dr. Z.
in	309^0	$48'$	östl. L. von *F.*
und	11	19	nördl. Br.
Centr. Finstern. am Mittage 1858 März 15. Nachm.	1	39	mittl. Dr. Z.
in	8^0	$54'$	östl. L. von *F.*
und	45	32	nördl. Br.
Ende der centr. Sonnenfinst. 1858 März 15. Nachm.	2	23	mittl. Dr. Z.
in	82^0	$26'$	östl. L. von *F.*
und	69	15	nördl. Br.
Ende der part. Finsterniss 1858 März 15. Nachm.	3	33	mittl. Dr. Z.
in	67^0	$36'$	östl. L. von *F.*
und	53	45	nördl. Br.

Cap. IV.

Berechnung der allgemeinen Sonnenfinsterniss, in Näherungswerthen.

Wir legen der Berechnung die Zeichnung auf Taf. I. zu Grunde. Die concentrischen Kreise, um den Mittelpunkt *T*, deren Bedeutung im Vorhergehenden bereits angegeben worden ist, sind hier als projicirte Kreise aufzufassen. Die Projectionsebene legen wir nämlich durch den Mittelpunkt der Erde senkrecht zu der vom Mittelpunkt der Erde nach dem Sonnenmittelpunkt gedachten geraden Linie. *KL* ist die Projection eines Theiles der Ekliptik auf diese Ebene. *AE* ist die auf diese Ebene projicirte Mondbahn, so weit dieselbe während der Sonnenfinsterniss in Betracht kommt. *TV* ist die Projection des durch den Sonnenmittelpunkt gehenden Breitenkreises (am Himmel). *TP* ist die Projection des durch den Sonnenmittelpunkt gehenden Deklinationskreises; es ist zugleich die Projection des allgemeinen Meridians. *A, B, M, C, D* und *E* sind Projectionen des Mondmittelpunktes. Die Kreise um *A, B, M, D* und *E* sind projicirte Mondscheiben. *QR* ist nicht die Projection des Aequators, sondern die Durchschnittslinie der Aequatorebene und der Projectionsebene. Der kleine von den drei concentrischen Kreisen, die Projection der der Sonne zugewendeten Erdhälfte, bildet die Grenze für Anfang und Ende der centralen Finsterniss, der grosse projicirt die Grenze für Anfang und Ende der Finsterniss auf der Erde überhaupt, der mittlere endlich ist die Projection der Grenze des Randes

der scheinbaren Sonne und giebt die Grenze für Anfang und Ende der sechszolligen Finsterniss.

Man berechne den Radius eines jeden der drei concentrischen Kreise.

Der Radius des kleinen dieser Kreise, *TW*, hat die Grösse der Differenz der Mondparallaxe und der Sonnenparallaxe

$$TW = ☾\pi - \odot\pi.$$

Es soll auch hier als Beispiel die Sonnenfinsterniss 1858 März 15. gewählt werden. Die Elemente derselben sind auf Seite 55 angegeben.

$$\begin{array}{rr} & 0^{0}\ 58'\ 14'',4 \\ - & 8'',6 \\ \hline TW = & 0^{0}\ 58'\ \ 5'',8 \end{array}$$

Der Radius des grossen dieser Kreise, *TK*, hat die Grösse der Summe der Mondparallaxe, des Sonnenradius und des Mondradius weniger der Sonnenparallaxe.

$$TK = ☾\pi + \odot R + ☾R - \odot\pi$$

$$\begin{array}{rr} & 0^{0}\ 58'\ 14'',4 \\ + & 16'\ \ 5'',6 \\ + & 15'\ 52'',2 \\ \hline & 1^{0}\ 30'\ 12'',2 \\ - & 8'',6 \\ \hline TK = & 1^{0}\ 30'\ \ 3'',6 \end{array}$$

Der Radius des mittleren Kreises, *TH*, hat die Grösse der Summe der Mondparallaxe und des Sonnenradius weniger der Sonnenparallaxe

$$TH = ☾\pi + \odot R - \odot\pi$$

$$\begin{array}{rr} & 0^{0}\ 58'\ 14'',4 \\ + & 16'\ \ 5'',6 \\ - & 8'',6 \\ \hline TH = & 1^{0}\ 14'\ 11'',4 \end{array}$$

Man berechne die Neigung der relativen Mondbahn gegen die Ekliptik.

Man zieht die Stundenbewegung der Sonne in Länge von der Stundenbewegung des Mondes in Länge ab und dividirt mit diesem Reste in die Stundenbewegung des Mondes in Breite: der Quotient

giebt die Zahlengrösse der Tangente des Neigungswinkels der relativen Mondbahn gegen die Ekliptik in der Nähe der Conjunction.

$$\begin{array}{l} \text{mot. hor. ☾ in L.} \\ - \text{ mot. hor. } \odot \text{ in L.} \\ \hline \text{relat. mot. hor. ☾ in L.} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0^0\ 34'\ 18'',4 \\ -\quad 2'\ 29'',3 \\ \hline 0^0\ 31'\ 49'',1 \end{array} = \text{rel. m. h. ☾ in L.}$$

Es bezeichne i die Neigung der wirklichen Mondbahn gegen die Ekliptik und $i_,$ $(= bCl)$ die Neigung der relativen Mondbahn gegen die Ekliptik.

$$\frac{\text{mot. hor. ☾ in Br.}}{\text{rel. mot hor.-☾ in L.}} = \text{tang } i_,$$

$$\frac{bl}{Cl} = \text{tg. } bCl.$$

$$\frac{3'\ 8'',7}{31'\ 49'',1} \text{ d. i. } \frac{188'',7}{1909'',1} = \text{tang. } i_,$$

$$\begin{array}{rl} \text{log. } 188,7^{*}) & = 2.\ 2757719 \\ \text{log. } 1909,1 & = 3.\ 2808287 \\ \hline \text{log. tg. } i_, & = 8.\ 9949432 \\ i_, & = 5^0\ 38'\ 42'' \end{array}$$

Man berechne die Stundenbewegung des Mondes in der relativen Bahn.

Die Grösse der Stundenbewegung des Mondes in der relativen Bahn erhält man, wenn man mit dem Cosinus des Neigungswinkels der relativen Bahn des Mondes gegen die Ekliptik in die relative Stundenbewegung des Mondes in Länge dividirt.

$$\frac{\text{rel. mot. hor. ☾ in L.}}{\text{cos. } i_,} = \text{mot. hor. ☾ in rel. Bahn.}$$

$$\frac{Cl}{\text{cos. } i_,} = Cb; \quad \frac{0^0\ 31'\ 49'',1}{\text{cos. } 5^0\ 38'\ 42''} = Cb$$

---

*) Es eignet sich vorzüglich gut zur Ausführung dieser Berechnungen: Logarithmisch-trigonometrisches Handbuch etc. von H. G. Köhler. Leipzig B. Tauchnitz jun.

$$\log. 1909{,}1 = 3.\ 2808287$$
$$\log. \cos. 5^0\ 38'\ 42'' = 9.\ 9978888$$
$$\log. Cb = 3.\ 2829399$$
$$Cb = 31'\ 58'',4$$

Die Stundenbewegung des Mondes in der relativen Bahn muss grösser sein als die relative Stundenbewegung des Mondes in Länge. Jene erscheint als Hypotenuse eines Dreiecks, diese hingegen als Kathete desselben. Ob jene aber mehr oder weniger grösser sei als diese, dies ist abhägig von der gleichzeitigen grösseren oder kleineren Stundenbewegung des Mondes in Breite.

Man kann auch durch Anwendung des Pythagoräischen Lehrsatzes die Stundenbewegung des Mondes in der relativen Bahn aus der relativen Stundenbewegung desselben in Länge und in Breite berechnen. Es ist nämlich

$$Cb = \sqrt{Cl^2 + lb^2}$$

wobei man die Grössen Cl und lb in Sekunden angeben muss, und dann den Werth des Cb zunächst in Sekunden erhält, welche dann in Minuten u. s. w., wie auch oben geschehen, verwandelt werden.

Man berechne den constanten Logarithmus, welcher angewendet wird, um lineare Grössen der Mondbewegung (welche als Bogen von Graden, Minuten und Sekunden bezeichnet sind) in Zeitgrössen zu verwandeln.

Die Mondfortschreitung wird hier als während der Dauer der Finsterniss gleichmässig geschehend angenommen.

Der Mond durchläuft in 1 Stunde eine bestimmte Strecke, in 1 Zeitminute den 60. Theil derselben, in 1 Zeitsekunde den 60 Theil des Weges, welchen er in 1 Zeitminute zurücklegt. Um die Länge 1 Grades zu durchlaufen, braucht der Mond eine bestimmte Zeit; 1 Bogenminute durchläuft derselbe im 60. Theile dieser Zeit, 1 Bogensekunde wiederum in dem 60. Theile dieser letztern Zeit. Man berechnet nun für jeden besondern Fall, wieviel Zeitsekunden der Mond nöthig habe, um 1 Bogensekunde zu durchlaufen. Im gewählten Beispiele durchläuft der Mond in 1 Stunde im Bogen 0° 31′ 58″,4 in seiner Bahn, d. i. 1918″,4, folglich in 1 Zeitminute 1918,4 : 60 also 31″,9, folglich in 1 Zeitsekunde 31″,9 : 60 also 0,532 Bogensekunden. Ferner, um 31′ 58″,4 oder 1918″,4 zu durchlaufen braucht

der Mond 1 Stunde oder 3600 Zeitsekunden, folglich sind zum Durchschreiten einer Bogensekunde erforderlich $\frac{3600^{\text{sek.}}}{1918,4}$ also 1,8765 Zeitsekunden*).

Da nun aber hier die Rechnungen grossentheils logarithmisch ausgeführt werden, so notirt man den Logarithmus von der Zahl 1,8765.

$$\log. \frac{3600}{1918,4} = \text{Const. Log.}$$

$$\begin{aligned} \log.\ 3600 &= 3.5563025 \\ \log.\ 1918,4 &= 3.2829399 \\ \hline \text{Const. Log.} &= 0.2733626 \end{aligned}$$

Dieser Logarithmus 0. 2733626 wird im gewählten Beispiele stets zu dem Logarithmus derjenigen Zahl, welche die Bogengrösse angiebt, addirt, wenn dieselbe in die entsprechende Zeitgrösse verwandelt werden soll; denn man würde bei gewöhnlicher Rechnungsweise jene Bogensekundenzahl mit 1,8765 multipliciren um sie in Zeitsekundenzahl zu verwandeln.

Dieser Logarithmus 0. 2733626 wird im gewählten Beispiele stets von dem Logarithmus derjenigen Zahl, welche die Zeitgrösse angiebt, subtrahirt, wenn dieselbe in die entsprechende Bogengrösse verwandelt werden soll; denn man würde bei gewöhnlicher Rechnungsweise die Zeitsekundenzahl durch 1,8765 dividiren um sie in Bogensekundenzahl zu verwandeln.

Man berechne den Abstand der Mitte der Finsterniss von der Conjunction in Bogen.

Man erhält die lineare Entfernung des Ortes, an welchem der Mondmittelpunkt bei der Mitte der Finsterniss steht, von seinem Standort bei der Conjunction, wenn man die Breite des Mondes bei der Conjunction mit dem Sinus des Neigungswinkels der relativen Mondbahn gegen die Ekliptik multiplicirt.

$☾_{\text{Br.}} \cdot \sin i_{,} =$ Abstand der Mitte von der Conjunction.

---

*) Man gewinnt die Anschauung des Verhältnisses zwischen Grad und Stunde, Bogenminute und Zeitminute durch die Vergleichung von „1 Grad = 60 Minuten linear und 1 Stunde = 60 Minuten in der relat. Bahn". Man erblickt sogleich, dass fast zwei Zeitgrössen dazu gehören um eine entsprechende Bogengrösse zu geben.

$$CT \cdot \sin CTM = MC$$

$$37' \, 42'',9 \cdot \sin 5^0 \, 38' \, 42'' = MC \text{ in Bog.}$$

$$\log. \, 37' \, 42'',9 = 3.3546654$$

$$\log. \sin. \, 5^0 \, 38' \, 42'' = 8.9928385$$

$$\log. \, MC = 2.3475039$$

$$MC = 222'',6 = 3' \, 42'',6 \text{ in Bog.}$$

$CTM = bCl$; denn CT senkrecht auf Cl und TM senkrecht auf Cb.

Man berechne den Abstand der Mitte der Finsterniss von der Conjunction in Zeit.

Man addire den für Verwandlung des Bogens in Zeit constanten Logarithmus zu dem Logarithmus des in Bogen gefundenen Abstandes, so giebt die Summe den Logarithmus für diesen Abstand in Zeit.

$$\text{log. dieses Abstandes in Bog.} = 2.3475035$$

$$\text{Const. Log. zur Verw. d. B. i. Z.} = 0.2733626$$

$$\log. \, MC \text{ in Zeit} = 2.6208661$$

$$MC \text{ in Zeit} = 417^{\text{sek.}},7 = 6^{\text{m}} \, 57^{\text{sek.}},7$$

Man würde dieselbe Zeitgrösse erhalten haben, wenn man obige 222'',6 mit 1,8765 multiplicirt hätte.

Es fragt sich nun, ob diese Entfernung westwärts oder ostwärts vom Conjunctionspunkt zu nehmen ist, ob man also die gefundene Zeitdifferenz von der Zeit der Conjunction abziehen oder zu derselben hinzuzählen muss, um die Zeit der Mitte der Finsterniss zu erhalten.

Wenn zur Zeit der Conjunction die Breite des Mondes

a) nördlich (+) ist, und seine Stundenbewegung in Breite nordwärts (+) geschieht, so tritt die Mitte der Finsterniss vor der Conjunction ein. Die Zeitdifferenz von der Conjunctionszeit abgezogen giebt Mitte der Finsterniss;

b) nördlich (+) ist, und seine Stundenbewegung in Breite südwärts (—) geschieht, so tritt die Mitte der Finsterniss nach der Conjunction ein. Die Zeitdifferenz zu der Conjunctionszeit addirt giebt Mitte der Finsterniss.

c) südlich (—) ist, und seine Stundenbewegung in Breite nordwärts (+) geschieht, so tritt die Mitte der Finsterniss nach der Conjunction ein. Die Zeitdifferenz zu der Conjunctionszeit addirt giebt Mitte der Finsterniss.

d) südlich (—) ist, und seine Stundenbewegung in Breite südwärts (—) geschieht, so tritt die Mitte der Finsterniss vor der Conjunction ein. Die Zeitdifferenz von der Conjunctionszeit abgezogen giebt Mitte der Finsterniss.

In dem gewählten Beispiele findet der unter a) angenommene Fall statt. Wir haben als Breite des Mondes $+ 0^0\ 37'\ 42'',9$ und als mot. hor. ☾ in Br. $+ 3'\ 8'',7$. Folglich ist die Zeit der Mitte der Finsterniss, welche zugleich die Zeit der grössten Annäherung des Mondmittelpunktes an den Mittelpunkt des Projectionskreises ist, vor der Conjunctionszeit anzusetzen.

Conjunctionszeit . .	$0^h\ 57^m\ 54^{sek},0$	w. Dr. Z.
Zeitdifferenz . . .	$6^m\ 57^{sek},7$	
Mitte der Finsterniss um	$0^h\ 50^m\ 56^{sek},3$	w. Dr. Z.

Man berechne den kleinsten Abstand des Mondmittelpunktes von dem Mittelpunkt des Projectionskreises.

Man multiplicire die Breite des Mondes zur Zeit der Conjunction mit dem Cosinus des Neigungswinkels der relativen Mondbahn gegen die Ekliptik, so giebt dieses Product den kleinsten Abstand des Mondmittelpunktes vom Centrum des Projectionskreises.

☾Br. . cos. $i_,$ = Kl. Abst. des Mondmittelp. vom Centr. des Proj. Kr.

$$TC\ .\ \cos.\ CTM = TM$$

$$37'\ 42'',9\ .\ \cos.\ 5^0\ 38'\ 42'' = TM$$

$$\log.\ 37'\ 42'',9 = 3\ .\ 3546654$$

$$\log.\ \cos.\ 5^0\ 38'\ 42'' = 9\ .\ 9978888$$

$$\log.\ TM = 3\ .\ 3525542$$

$$TM = 37'\ 32''$$

Man kann auch, da CT und TM bekannt sind, die Gerade TM nach der Formel

$$TM = \sqrt{CT^2 - CM^2} = \sqrt{(CT + CM)(CT - CM)}$$

berechnen, wobei CT und CM in Sekunden anzusetzen sind, und TM ebenfalls in Sekunden gefunden wird.

Der Punkt M, in welchem dieser kleinste Abstand stattfindet, halbirt den innerhalb eines jeden der Projectionskreise liegenden Theil der Mondsbahn, er halbirt die Sehne AE und die Sehne BD.

Man berechne die Hälfte des Weges, welchen der

ond während der partiellen Finsterniss zurücklegt, in ogen.

Der kleinste Abstand des Mondes von der Mitte des Projeconskreises wird erst zum Radius des grössern Projectionskreises ddirt, dann von demselben subtrahirt, und hierauf wird jene Summe iit diesem Reste multiplicirt und endlich aus dem Produkte die uadratwurzel gezogen, so giebt diese die Hälfte des Mondweges ährend der partiellen Finsterniss.

R bezeichne den Radius des grösseren Projectionskreises.

A bezeichne den kleinsten Abstand des Mondmittelpunktes vom Centrum.

$\frac{1}{2}S$ bezeichne die Hälfte des während der partiellen Sonnenfinsterniss vom Mond zurückgelegten Weges, so gilt die Formel:

$$\sqrt{(R + A)\,(R - A)} = \tfrac{1}{2}S \text{ in Bog.}$$

$$\sqrt{(TA + TM)\,(TA - TM)} = AM \text{ in Bog.}$$

$$\sqrt{(5403{,}6 + 2251{,}9)\,(5403{,}6 - 2251{,}9)} = AM \text{ in Bog.}$$

enn

$$TA = TK = 1^0\ 30'\ 3'',6 = 5403'',6$$

$$TM = 37'\ 31'',9 = 2251'',9$$

$$TA + TM = 7655'',5$$

$$TA - TM = 3151'',7$$

Setzen wir die Rechnung in vollen Sekunden an, so erhalten wir:

$$\log.\ 7656 = 3\ .\ 8840019$$

$$\log.\ 3152 = 3\ .\ 4985862$$

$$7\ .\ 3825881 : 2$$

$$\log.\ AM = 3\ .\ 6912940$$

$AM = 4912 = 1^0\ 21'\ 52''$ als die Hälfte des Mondweges wähnd der ganzen Finsterniss.

Man berechne die Hälfte der Dauer der partiellen insterniss auf der Erde überhaupt in Zeit, und hieraus e Zeiten für Anfang und Ende derselben.

Man addire zu dem Logarithmus dieser Häfte der Dauer in igen den constanten Verwandlungs-Logarithmus, so erhält man n Logarithmus dieser Hälfte der Dauer in Zeit.

$$\begin{aligned} \text{Log. } AM \text{ in Bog.} &= 3\,.\,6912940 \\ \text{Const. Log.} &= 0\,.\,2733626 \\ \text{log. } AM \text{ in Zeit} &= 3\,.\,9646566 \end{aligned}$$

AM in Z. $= 9218'' = 2^h\ 33^m\ 38^{sek}$ als Hälfte der Dauer der Finsterniss auf der Erde überhaupt.

Hieraus folgt:

Mitte der Finsterniss	März 15.	$0^h\ 50^m\ 56^{sek}$ w. Dr. Z.
Hälfte der Dauer		$2^h\ 33^m\ 38^{sek}$
Anfang	März. 14.	$22^h\ 17^m\ 18^{sek}$
Ende	März 15.	$3^h\ 24^m\ 34^{sek}$
Dauer der Finsterniss überhaupt		$5^h\ 7^m\ 16^{sek}$

Man berechne die geographische Breite und Länge derjenigen Erd-Oerter, an welchen Anfang und Ende der Sonnenfinsterniss überhaupt, also der partiellen Sonnenfinsterniss, gesehen werden.

Am kleineren Projectionskreise (Taf. I.), welcher die Projection der der Sonne zugewendeten Erdhälfte vorstellt, ist derjenige Ort, an welchem zuerst die partielle Sonnenfinsterniss gesehen wird, durch a bezeichnet, und der Bogen Qa giebt die Entfernung dieses Punktes am Rande der Projection an.

Diesen Bogen Qa hat man zunächst zu berechnen. Aus der sorgfältig gemachten Zeichnung sieht man, ob a südlich oder nördlich von Q aus gerechnet liege.

$$\text{Bog. } Qa = \text{Winkel } QTa.$$
$$QTa = PTa - PTQ = PTa - 90^0$$
$$PTa = PTC + CTM + MTA$$

PTC ist der Positionswinkel; derselbe wird berechnet nach der Formel:

$$\cos.\ Br : \cos.\ AR = \sin.\ \varepsilon : \sin.\ Pos.\text{-}W.$$

worin Br die Breite, AR die Rektascension, ε die Schiefe der Ekliptik, und $Pos.$-$W.$ den Positionswinkel bezeichnen. Die Breite der Sonne ist Null, und cos. $0^0 = 1$. Die Rectascension der Sonne am 15. März Mittag beträgt $23^h\ 40^m$ also 355^0. Die Schiefe der Ekliptik ist $23^0\ 27'\ 37'',5$; folglich

$$1 : \cos.\ 355^0 = \sin.\ 23^0\ 27'\ 37'',5 : \sin.\ Pos.\text{-}W.$$
$$\sin.\ Pos.\text{-}W. = \cos.\ 355^0\ .\ \sin.\ 23^0\ 27'\ 37'',5$$

$$\log.\cos.355^{0} = \log.\cos.5^{0} = 9.9983442$$
$$\log.\sin.23\ 27'\ 37'',5 = 9.6000089$$
$$\log.\sin.\ Pos.\text{-}W. = 9.5983531$$
$$Pos.\text{-}W. = 23^{0}\ 21'\ 58''$$
$$CTM = i, = 5^{0}\ 38'\ 42''$$

Winkel *MTA* wird aus dem Dreiecke *MTA* berechnet; es ist in
ͤmselben

$$\frac{MA}{TA} = \sin.\ MTA; \quad \frac{1^{0}\ 22'\ 52'',5}{1^{0}\ 30'\ 3'',6} = \sin.\ MTA$$

$$\log.\ 4912,5 = 3.6912940$$
$$\log.\ 5403,6 = 3.7326832$$
$$\log.\sin.\ MTA = 9.9586108$$
$$MTA = 65^{0}\ 23'$$

Es ist demnach

$$PTA = 23^{0}\ 21'\ 58'' + 5^{0}\ 38'\ 42'' + 65^{0}\ 23'$$
$$^{\circ}Ta = PTA = 94^{0}\ 23'\ 40''$$

lglich

$$QTa = 94^{0}\ 23'\ 40''. - 90^{0} = 4^{0}\ 23'\ 40''$$

30

Bog. $Qa = 4^{0}\ 24'$ südliche Breite am Umfange des Projectionskreises der Erdhälfte.

Derjenige Ort, an welchem das Ende der Finsterniss auf der de überhaupt gesehen wird, ist am Rande des kleineren Projecnskreises durch *e* bezeichnet, und der Bogen *Re* giebt die Entnung dieses Ortes vom Ostpunkt an.

$$\text{Bog. } Re = RTe = RTP - ETP = 90^{0} - ETP;$$
$$ETP = MTE - MTP; \quad MTP = MTC + CTP.$$
$$MTC = 5^{0}\ 38'\ 42''$$
$$CTP = 23^{0}\ 21'\ 58''$$
$$MTP = 29^{0}\ 0'\ 40''$$
$$MTE = MTA = 65^{0}\ 23'\ 0''$$
$$MTP = 29^{0}\ 0'\ 40''$$
$$PTE = 36^{0}\ 22'\ 20''$$

$$RTe = 90^0 - 36^0\ 22'\ 20'' = 53^0\ 37'\ 40''$$

Bog. *Re* = 53° 38′ nördliche Breite am Projectionskreis-Umfange der Erdhälfte.

Die hier gefundenen Breiten am Umfange des Projectionskreises bedürfen noch einer Verbesserung, welche nach der Formel:

$$\sin x = \sin \beta \ . \cos. \delta$$

worin x die geographische Breite, β die hier gefundene Breite und δ die Deklination zur Zeit der Conjunction bezeichnet.

Also für den Anfang

$$\sin. x = \sin. 4^0\ 24' \ . \cos. 2^0\ 8'$$

$$\log. \sin. 4^0\ 24' = 8 \ . \ 8849031$$

$$\log. \cos. 2^0\ \ 8' = 9 \ . \ 9996989$$

$$\log. \sin. x = 8 \ . \ 8846020$$

$$x = 4^0\ 23'\ 50''$$

Die Differenz beträgt nur 10″, also weniger als wir bereits bei diesen Näherungswerthen vernachlässigt haben, so dass wir für den Anfang der Sonnenfinsterniss als geographische Breite des Beobachtungsortes desselben 4° 24′ annehmen.

Eben so findet man bei der geringen Deklination der Sonne auch für die übrigen Breiten am Umfange eine nur geringe Abweichung von den zugehörigen geographischen Breiten, so dass diese Verbesserungen hier nicht weiter vorgenommen werden.

Der Ort *a* tritt mit dem Orte *W* in die erleuchtete Erdhälfte. Dies geschieht zur Zeit, da es in *W* um 18 Uhr ist. Zu gleicher Zeit ist es bei Anfang der Finsterniss überhaupt in w. Dr. Z. $22^h\ 17^m\ 18^s$. Mithin ist *W* in Länge um 4 Stunden 17 Min. 18 S. westlich von Dresden entfernt. Dresden hat 31° 24′ östliche Länge, und da 4 St. 17 M. 18 S. eine Differenz von 64° 20′ ausmachen, so hat der Punkt *W* die östliche Länge 327° 4′.

Der Ort *e* tritt mit dem Orte *O* aus der erleuchteten Erdhälfte aus. Dies geschieht zur Zeit, da es in *O* um 6 Uhr ist. Zu gleicher Zeit ist es in *O* bei Ende der Finsterniss überhaupt in w. Dr. Z. $3^h\ 24^m\ 34^s$. Mithin ist *O* in Länge um 2 Stunden 35 Min. 26 Sek. östlich von Dresden entfernt. Dresden hat 31° 24′ östliche Länge, und da 2 St. 35 M. 26 Sek. eine Differenz von 38° 51′ ausmachen, so hat der Punkt *O* die östliche Länge 70° 15′.

Diese Längen sind aber nur für die Punkte W und O gültig, müssen daher noch auf die Punkte a und e übertragen werden. Die Verwandlung wird berechnet nach der Formel:

$$\text{tg. } x = \text{sin. } \delta \text{ . tg. } \beta$$

worin x die Grösse bezeichnet, welche zu der erhaltenen Länge des Punktes W oder des Punktes O zu addiren oder von derselben zu subtrahiren ist, und zwar nach den bereits S. 81 angegebenen Regeln, ferner δ die Deklination der Sonne und β die unmittelbar am Projectionskreis erhaltene Breite bedeuten. Für den Punkt a in dem gewählten Beispiele:

$$\text{tg. } x = \text{sin.} - 2^0\ 8' \text{ . tg.} - 4^0\ 24'$$

$$\text{log. sin.} - 2^0\ 8' = 8 \text{ . } 5708357$$

$$\text{log. tg.} - 4^0\ 24' = 8 \text{ . } 8861850$$

$$\text{log. tg. } x = 7 \text{ . } 4570107$$

$$x = 0^0\ 9'\ 50''$$

Es ergiebt sich also für den Punkt a $326^0\ 54'\ 10''$ als geographische Länge.

Für e:

$$\text{tg. } x = \text{sin.} - 2^0\ 8' \text{ . tg. } 53^0\ 38'$$

$$\text{log. sin.} - 2^0\ 8' = 8 \text{ . } 5708357$$

$$\text{log. tg. } 53^0\ 38' = 10 \text{ . } 1329063$$

$$\text{log. tg. } x = 8 \text{ . } 7037420$$

$$x = 2^0\ 53'\ 40''$$

Es ergiebt sich also für den Punkt e $67^0\ 21'\ 20''$ als geographische Länge.

Man berechne die Hälfte des Weges, welchen der Mond während der centralen Finsterniss zurücklegt, in Bogen.

Der kleinste Abstand des Mondmittelpunktes vom Mittelpunkt des Projectionskreises wird erst zu dem Radius des kleineren Projectionskreises addirt, dann von demselben subtrahirt, hierauf wird jene Summe mit diesem Reste multiplicirt, und aus dem Producte die Quadratwurzel gezogen; so giebt diese Grösse die Hälfte der Dauer der centralen Finsterniss auf der Erde überhaupt in Bogen.

A bezeichne den kleinsten Abstand des Mondmittelpunktes vom Mittelpunkt des Projectionskreises;

r bezeichne den Radius des kleineren Projectionskreises;

$\frac{1}{2}S$ bezeichne die Hälfte der Dauer der centralen Finsterniss in Bogen,

so entsteht die Berechnungsformel:

$$\sqrt{(r + A)\ (r - A)} = \tfrac{1}{2}S$$

$$\sqrt{(TB + TM)\ (TB - TM)} = BM \qquad \text{(Taf. I.)}$$

$$\sqrt{(3485{,}8 + 2251{,}9)\ (3485{,}8 - 2251{,}9)} = BM$$

$$TW = TB = 0^0\ 58'\ 5'',8 = 3485{,}8$$

$$TM = 0^0\ 37'\ 31'',9 = 2251{,}9$$

$$TB + TM = 5737{,}7$$

$$TB - TM = 1233{,}9$$

log. 3737,7 = 3 . 7587378

log. 1233,9 = 3 . 0912800

6 . 8599178 : 2

log. BM in Bog. = 3 . 4250089

$BM = 2660'',7 = 44'\ 21''$ als die Hälfte des Weges, welchen der Mond während der Dauer der centralen Finsterniss zurücklegt.

Man berechne die Hälfte der Dauer der auf der Erde überhaupt sichtbaren Finsterniss in Zeit, und hieraus die Zeiten für Anfang und Ende derselben.

Log. der Hälfte in Bog. = 3 . 4250089

Const. Verw. Log. = 0 . 2733626

log. BM in Zeit = 3 . 6983715

BM in Zeit = 4993^{sek} = $1^h\ 23^m\ 13^s$ als die Hälfte der Dauer der centralen Verfinsterung.

Hieraus folgt:

Mitte der Finsterniss März 15.	$0^h\ 50^m\ 56^{sek}$ w. Dr. Z.
Hälfte der Dauer der centr. F.	$1^h\ 23^m\ 13^{sek}$
Anfang der centr. F. März 14.	$23^h\ 27^m\ 43^{sek}$
Ende der centr. F. Mrz. 15.	$2^h\ 14^m\ 9^{sek}$
Dauer der centr. Finsterniss	$2^h\ 46^m\ 26^{sek}$

Man berechne die geographische Breite und Länge erjenigen Oerter der Erde, an welchen der Anfang oder as Ende der centralen Sonnenfinsterniss gesehen wird.

Am Westrande des kleineren Projectionskreises tritt im Punkte } die Projection der Mondbahn in denselben ein. Der Bogen QB ezeichnet die Entfernung dieses Punktes vom Westpunkt am Umang des kleinen Projectionskreises.

$$\text{Bog. } QB = \text{Winkel } QTB;$$
$$QTB = PTQ - PTB = 90^\circ - PTB.$$
$$PTB = PTC + CTM + MTB$$
$$\sin.\ MTB = \frac{MB}{TB} = \frac{44'\ 20'',7}{58'\ 5'',8} = \frac{2660,7}{3485,8}$$
$$\log.\ 2660,7 = 3\ .\ 4250089$$
$$\log.\ 3485,8 = 3\ .\ 5423025$$
$$\log.\ \sin.\ MTB = 9\ .\ 8827064$$
$$MTB = 49^\circ\ 45'\ 28''$$
$$CTM = 5^\circ\ 38'\ 42''$$
$$PTC = 23^\circ\ 21'\ 58''$$
$$PTB = 78^\circ\ 46'\ 8''$$

lglich:

$QTB = 90^\circ - 78^\circ\ 46' = 11^\circ\ 14'$ als nördliche Breite am westlichen Rande des Projectionskreises für den Ort des Anfanges der centralen Sonnenfinsterniss.

Am Ostrande des kleineren Projectionskreises tritt im Punkte die Projection der Mondbahn aus demselben aus. Der Bogen RD zeichnet die Entfernung dieses Punktes vom Ostpunkte am Umıge des kleinen Projectionskreises.

$$\text{Bog. } RD = \text{Winkel } RTD.$$
$$RTD = PTR - PTD = 90^\circ - PTD$$
$$PTD = MTD - (MTC + CTP)$$
$$MTD = MTB = 49^\circ\ 45'\ 28''$$
$$MTC + CTP = 29^\circ\ 0'\ 40''$$
$$PTD = 20^\circ\ 44'\ 48''$$

glich:

$RTD = 90^\circ - 20^\circ\ 44'\ 48'' = 69^\circ\ 15'$ als nördliche Breite

am östlichen Rande des Projectionskreises für den Ort, an welchem man das Ende der centralen Sonnenfinsterniss sieht.

Wir nehmen auch hier die gefundenen Breiten als geographische Breiten an, da die Verwandlungsgrösse nur wenige Minuten beträgt und die Angaben nur Näherungswerthe sind.

Der Ort *B* tritt mit dem Orte *W* in die erleuchtete Erdhälfte. Dies geschieht zur Zeit, da es in *W* um 18 Uhr ist. Zu gleicher Zeit ist es bei dem Anfang der centralen Finsterniss auf der Erde überhaupt um 23^h 27^m 43^s w. Dr. Z. Mithin ist jetzt *W* um 5 St. 27 M. 43 S. westlich von Dresden entfernt. Dresden hat 31° 24′ östliche Länge, und da 5 St. 27 M. 43 S. eine Differenz von 81° 56′ ausmachen, so hat der Punkt *W* zu dieser Zeit die östliche Länge 309° 28′.

Der Ort *D* tritt mit dem Orte *O* aus der erleuchteten Erdhälfte aus. Dies geschieht zur Zeit, da es in *O* um 6 Uhr ist. Zu gleicher Zeit ist es bei dem Ende der centralen Finsterniss auf der Erde überhaupt um 2^h 14^m 9^s w. Dr. Z. Mithin ist jetzt *O* in Länge um 3 St. 45 M. 51 Sek. östlich von Dresden entfernt. Dresden hat 31° 24′ östliche Länge und da 3 St. 45 M. 51 S. eine Differenz von 56° 28′ ausmachen, so hat der Punkt *O* zu dieser Zeit die östliche Länge 87° 52′.

Diese Längen sind auch hier nur für die Punkte *W* und *O* gültig, müssen daher noch auf die Punkte *B* und *D* übertragen werden. Die Verwandlungsformel ist:

$$\text{tg. } x = \text{sin. } \delta \text{ . tg. } \beta$$

x ist hierin die zu der bereits erhaltenen Länge zu addirende oder von derselben zu subtrahirende Grösse, wobei die Seite 81 gegebenen Regeln zu beachten sind.

δ bedeutet die Deklination der Sonne, und β die am Projectionskreis unmittelbar erhaltene Breite.

Für *B* in dem gewählten Beispiel:

$$\text{tg. } x = \text{sin.} - 2^0 \; 8' \text{ . tg. } 11^0 \; 14'$$

$$\text{log. sin.} - 2^0 \; 8' = 8 \text{ . } 5708357$$

$$\text{log. tg. } 11^0 \; 14' = 9 \text{ . } 2980011$$

$$\text{log. tg. } x \quad 7 \text{ . } 8688368$$

$$x = 25' \; 20''$$

Es ergiebt sich also für den Punkt B die geographische Länge 309° 53′.

Für D:

$$\text{tg. } x = \sin. - 2^\circ\ 8' \cdot \text{tg. } 69^\circ\ 15'$$

$$\begin{aligned} \log. \sin. - 2^\circ\ 8' &= 8 \,.\, 5708357 \\ \log. \text{tg. } 69^\circ\ 15' &= 10 \,.\, 4215142 \\ \hline \log. \text{tg. } x &= 8 \,.\, 9923499 \\ x &= 5^\circ\ 36'\ 40'' \end{aligned}$$

Es ergiebt sich also für den Punkt D die geographische Länge 32° 15′.

In ähnlicher Weise kann man Zeit und Ort für Anfang und Ende der einzolligen, zweizolligen, dreizolligen u. s. w. Sonnenfinsterniss berechnen, welches aber nur bezeichnet wann und wo auf der Erde überhaupt diese Finsternissgrössen zuerst und zuletzt gesehen werden. Es wird hierbei nur der Radius des in Rechnung zu bringenden Projectionskreises geändert. Es erhält derselbe eine entsprechende Länge; und zwar ist dieser Radius für

einzollige Finsterniss $= \text{☾}_\pi - \odot_\pi + \text{☾}_R + \frac{5}{6}\odot_R$

zweizollige " $= \text{☾}_\pi - \odot_\pi + \text{☾}_R + \frac{4}{6}\odot_R$

: :

sechszollige " $= \text{☾}_\pi - \odot_\pi + \text{☾}_R$

siebenzollige " $= \text{☾}_\pi - \odot_\pi + \text{☾}_R - \frac{1}{6}\odot_R$

achtzollige " $= \text{☾}_\pi - \odot_\pi + \text{☾}_R - \frac{2}{6}\odot_R$

u. s. w.

Wenn hierbei ☾_R kleiner als $\odot_R$ ist, so kann totale Finsterniss :ht eintreten. Man berechnet in diesem Falle Anfang und Ende r ringförmigen, und den Zeitpunkt der centralen Finsterniss.

Der Radius des Projectionskreises für

Anfang der ringförmigen Finsterniss $= \text{☾}_\pi - \odot_\pi + \odot_R - \text{☾}_R$

Ende " " " $= \text{☾}_\pi - \odot_\pi + \text{☾}_R - \odot_R$

Es ist rathsam, in jedem Falle die Zeichnung genau zu machen; dient namentlich, die Lage des aus dem Mittelpunkt des Projecnskreises zu dem jedesmaligen Orte des Mondmittelpunktes genden Radius zu bestimmen. Der Ort des Mondmittelpunktes rückt mälig von A nach B in der Mondbahn bei der Zunahme der Grösse

der Finsterniss fort und ebenso nähert sich der Punkt *a* hierbei im Umfange des Projectionskreises allmälig dem Punkte *B.*

Man berechne Zeit und Ort der centralen Finsterniss im Mittage, d. h. die wahre Dresdener Zeit zu welcher, und den Ort der Erde an welchem die centrale Finsterniss in dem Augenblick gesehen wird, wo daselbst der wahre Mittag ist.

TP ist die Projection des allgemeinen Meridians. Die Projection der Mondbahn durchschneidet diese Projection im Punkte *n*. Wenn der Mittelpunkt des Mondes in *n* steht, so findet die centrale Sonnenfinsterniss zur Mittagszeit an demjenigen Orte der Erde statt, dessen Projection ebenfalls in *n* fällt. Es fragt sich nun, wann der Mondmittelpunkt in *n* stehe, welcher Erdmeridian sich zu eben dieser Zeit unter dem allgemeinen Meridian befinde, und wie weit dieser Punkt *n* vom Aequator, in unserem Falle nach Norden hin, abstehe.

Man berechnet zunächst die Länge der Strecke *Mn* nach der Formel

$$Mn = TM \,.\, \text{tg.}\ MTn$$

TM der kürzeste Abstand des Mondmittelpunktes vom Mittelpunkte des Projectionskreises ist 37′ 32″ gefunden worden.

Winkel *MTn* = Winkel *MTP* = Summe des Positionswinkels und des Neigungswinkels der relativen Mondbahn gegen die Ekliptik, also $= 23^0\ 21'\ 58'' + 5^0\ 38'\ 42'' = 29^0\ 0'\ 40''$

folglich:

$$Mn = 37'\ 32'' \,.\, \text{tg.}\ 29^0\ 0'\ 40''$$

$$\log.\ 2252'' = 3\,.\,3525684$$

$$\log.\ \text{tg.}\ 29^0\ 0'\ 40'' = 9\,.\,7439506$$

$$\log.\ Mn = 3\,.\,0965190$$

$$Mn \text{ in Bogen} = 1249'' = 0^0\ 20'\ 49''$$

$$\log.\ Mn \text{ in Bog.} = 3\,.\,0965190$$

$$\text{Const. Verw. Log.} = 0\,.\,2733626$$

$$\log.\ Mn \text{ in Zeit} = 3\,.\,3698816$$

$$Mn \text{ in Zeit} = 2344'' = 0^h\ 39^m\ 4^s$$

Es findet also die centrale Finsterniss im Mittage um $39^m\ 4^s$ nach der Zeit der Mitte der Finsterniss statt.

Hieraus folgt:

Mitte der Finserniss März 15.	$0^h\ 50^m\ 56^s$	w. Dr. Z.
Zeitdifferenz	$39^m\ 4^s$	
Centrale Finsterniss im Mittage März 15.	$1^h\ 30^m$	w. Dr. Z.

Zu der Zeit, da dieser Ort Mittag hat, ist es in Dresden um $1^h\ 30^m$; es liegt also Dresden um 22° 30′ östlicher als dieser Ort. Da nun Dresden 31° 24′ Länge hat, so ist die Länge dieses Ortes 8° 54′. Diese Länge, wie sie hier gefunden worden ist, bedarf keiner Verwandlung; es ist dieselbe die geographische Länge des Ortes unmittelbar.

Die geographische Breite dieses Ortes bestimmt man mittels der Geraden Tn, welche die Projection des Bogens vom Standpunkte der Sonne, also von der Mitte des allgemeinen Meridians, bis zu dem betreffenden Orte auf der Oberfläche der Erde ist. Diese Projection ist die Sinuslinie dieses Bogens. Wenn man diesen Bogen aus seiner Sinuslinie berechnet hat, so muss man die Deklination der Sonne zu demselben addiren oder von ihm subtrahiren, jenachdem diese nördlich oder südlich ist, weil die geographische Breite in der am Meridian bestimmten Entfernung vom Aequator besteht.

Mit Berücksichtigung dieser Erörterung wird das Folgende leicht verständlich sein.

Man berechnet Tn nach der Formel

$$Tn = \frac{MT}{\cos. MTn};$$

$$\sin. x = \frac{Tn}{TR};$$

$$\text{Geographische Breite} = x - \delta$$

In diesen Formeln bezeichnet Tn die Projection des Bogens, welcher vom Mittelpunkt des allgemeinen Meridians bis zu dem unter diesem stehenden Ort der centralen Finsterniss im Mittage geht.

MT ist die Linie des kürzesten Abstandes des Mondmittelpunktes vom Mittelpunkt im Projectionskreise.

Winkel MTn ist die Summe des Positionswinkels und des Neigungswinkels der relativen Mondbahn gegen die Ekliptik.

x ist der Winkel, welchen die Erdradien, die zu der Mitte des

allgemeinen Meridians und zu dem Ort der centralen Finsterniss im Mittage gehen, (am Mittelpunkt der Erde) bilden.

TR ist der Radius des kleineren Projectionskreises, δ ist die Deklination der Sonne.

Im gewählten Beispiele:

$$Tn = \frac{37' \ 32''}{\cos. \ 29^0 \ 0' \ 40''}$$

$$\log. \ 2252 = 3 \ . \ 3525684$$
$$\log. \cos. \ 29^0 \ 0' \ 40'' = 9 \ . \ 9417726$$
$$\log. \ Tn = 3 \ . \ 4107958$$
$$Tn = 2775 = 42' \ 55''$$

$$\sin. \ x = \frac{42' \ 55''}{58' \ 5'',8}$$

$$\log. \ 2775 = 3 \ . \ 4107958$$
$$\log. \ 3485,8 = 3 \ . \ 5423025$$
$$\log. \sin. \ x = 9 \ . \ 8684933$$
$$x = 47^0 \ 38'$$

$$\text{Geogr. Breite} = 47^0 \ 38' - 2^0 \ 8' = 45^0 \ 30'$$

Stellen wir die durch die Berechnung erhaltenen Resultate zusammen, so ergiebt sich:

Anfang der Finsterniss überhaupt 1858 März 14. $22^h \ 17^m \ 18^s$ w.Dr.Z.
326° 54′ östl. L. v. F.
4° 24′ südl. Br.

Anfang der centr. Finsterniss „ „ „ $23^h \ 27^m \ 43^s$ „ „ „
309° 53′ östl. L. v. F.
11° 14′ nördl. Br.

Centrale Finsterniss am Mittage „ „ 15. $1^h \ 30^m \ 0^s$ „ „ „
8° 54′ östl. L. v. F.
45° 30′ nördl. Br.

Ende der centr. Finsterniss „ „ „ $2^h \ 14^m \ 9^s$ „ „ „
82° 15′ östl. L. v. F.
69° 15′ nördl. Br.

Ende der Finsterniss überhaupt „ „ „ $5^h \ 7^m \ 16^s$ „ „ „
67° 21′ östl. L. v. F.
53° 38′ nördl. Br.

In „Theoretische und praktische Astronomie von *J. J. Littrow*" . Th. S. 259 ff. ist im Abschnitt „Allgemeine Sonnenfinsternisse" n Gang der Rechnung vorgeschrieben, welcher bei Erwägung der reits oben angestellten Erörterungen leicht in seinem Verlaufe kannt werden kann. Ich theile denselben hier mit.

Es bezeichne:

die Zeit der wahren Conjunction in Rektascension,
die wahre Rektascension des Mondes,
„ „ „ der Sonne,
die wahre Deklination des Mondes,
„ „ „ der Sonne,
die Aequatorial-Horizontalparallaxe des Mondes,
„ „ „ „ der Sonne,
den Halbmesser des Mondes,
„ „ der Sonne,
die stündliche Veränderung der Rektascension des Mondes,
„ „ „ „ „ der Sonne,
die stündliche Veränderung der Deklination des Mondes,
„ „ „ „ „ der Sonne,
die Neigung der relativen Mondbahn gegen die Ekliptik,
die kürzeste Entfernung des Mondmittelpunktes vom Sonnenmittelpunkt.

Der Gang der Rechnung ist folgender:

$$\text{tg. } n = \frac{dd - d\delta}{(da - d\alpha)\cos.\frac{d+\delta}{2}}$$

$$h = \frac{\cos. n}{(da - d\alpha)\cos.\frac{d+\delta}{2}} = \frac{\sin. n}{dd - d\delta}$$

$$e = (d - \delta)\cos. n$$

$$\text{Zeit der Mitte} = \vartheta = t \mp (d - \delta)\, h\,.\,\sin. n$$

$$\cos. \alpha' = \frac{e}{p - \pi + m + \mu}$$

$$\cos. \beta' = \frac{e}{p - \pi}$$

$$\cos.\ \gamma' = \frac{e}{p - \pi \pm (m - \mu)}$$

$$\cos.\ \delta' = \frac{e}{p - \pi + m + \frac{6 - k}{6}\mu}$$

In cos. γ' gilt bei $\pm\ (m - \mu)$ das obere Zeichen für totale, das untere für ringförmige Finsterniss.

Die grösste Verfinsterung ist $= \frac{6}{\mu}\ (p - \pi + m + \mu - e)$ Zolle, deren der Halbmesser der Sonne sechs hat.

Anfang und Ende

der partiellen Finsterniss $= \vartheta \mp h\ .\ e\ .\ \text{tg.}\ \alpha'$

„ centralen „ $= \vartheta \mp h\ .\ e\ .\ \text{tg.}\ \beta'$

„ tot. u. ringf. „ $= \vartheta \mp h\ .\ e\ .\ \text{tg.}\ \gamma'$

Die Zeit der Verfinsterung

von k Zollen $= \vartheta \mp h\ .\ e\ .\ \text{tg.}\ \delta'$

Der Halbmesser des Halbschattens $= m + \mu$

„ „ „ vollen Schattens $= m - \mu$

„ „ „ ringförm. Schatt. $= \mu - m$

Für Anfang und Ende

der partiellen Finsterniss ist die geocentrische Entfernung der Mittelpunkte der Sonne und des Mondes

$$= p - \pi + m + \mu$$

der totalen Finsterniss ist diese Entfernung

$$= p - \pi + m - \mu$$

der centralen Finsterniss ist dieselbe

$$= p - \pi.$$

Cap. V.

Graphische Darstellung des Anfanges, Endes und der Grösse der Sonnenfinsterniss für irgend einen Ort.

Um durch Zeichnung den Anfang, das Ende und die Grösse der Sonnenfinsterniss für irgend einen Ort zu ermitteln, ist es erforderlich, dass man die geographische Breite und Länge dieses Ortes kenne.

1) Man zeichne einen Maassstab (s. Taf. II., 1 Grad = 60 Minuten linear.) welcher die Bogenminuten der Mondparallaxe, des Sonnenhalbmessers, des Mondhalbmessers und der Mondbahn linear angibt, wobei es für hinreichende Genauigkeit zweckmässig ist, die Minutenlängen möglichst gross zu nehmen.

Wenn man ungefähr 4 Bogenminuten auf 1 Zoll Länge rechnet, so kann man dabei schon Zehntel der Minute markiren, und bei der Zeichnung und Messung berücksichtigen. In beifolgender Figur ist der Maassstab wegen des Abdruckes sehr klein gewählt, und es sind in demselben die Längen der Minuten mit Hilfe der Loupe einander gleich gezeichnet worden. Zur Vergleichung der gefundenen Resultate habe ich aber ebenfalls eine Zeichnung nach grösserem Maassstabe entworfen, bei welchem 4 Bogenminuten auf 1 Zoll Länge gerechnet worden sind.

2) Man zeichne einen Kreis, wozu man nach dem gebildeten Maassstabe als Halbmesser die Mondparallaxe,

nachdem man von derselben die Sonnenparallaxe abgezogen hat, annimmt.

In unserem Beispiele, Sonnenfinsterniss 1858 15. März, beträgt die Mondparallaxe 58′ 14″,4, die Sonnenparallaxe 8″,6; folglich ist der Halbmesser des zu zeichnenden Kreises = 58′ 5″,8 oder dafür 58′ 6″ = 58′,1.

Wenn es der Raum gestattet, so zeichnet man diesen Kreis vollständig, wenn aber der Raum dazu mangelt, so zeichnet man nur so viel vom Kreise, als man bedarf, um in denselben den Aequator, die Ekliptik, die Ortsellipse und die Mondbahn eintragen zu können. Es sind hierbei sehr viele verschiedene Fälle möglich, so dass sich über die Wahl in Betreff der vollständigen oder theilweisen Zeichnung des Kreises etwas Bestimmtes im Allgemeinen nicht angeben lässt. Anfangs dürfte es rathsam sein, sich eine vorläufige Zeichnung im kleineren Maassstabe behufs eines Ueberblickes zu fertigen, woraus man dann ohne weiteres ersieht, wie viel und welcher Theil vom Kreise, ob ein nördlich oder südlich liegender Halbkreis u. s. w. darzustellen sei, so dass die oben genannten Linien in denselben eingetragen werden können.

Im vorliegenden Falle ist der nördliche Halbkreis gebildet und nur auf der Westseite desselben der Bogen ein wenig nach Süden fortgeführt worden, damit die Ekliptiklinie noch die Peripherie des Kreises durchschneide.

Dieser Kreis nun, welchen wir also vollständig oder nur zum Theil zeichnen, stellt die von der Sonne erleuchtete Erdhalbkugel als eine Scheibe dar. Denken wir uns nun diese scheinbare Erdkreisscheibe, oder auch die kreisförmige Grenzlinie der Erleuchtung, in horizontaler Lage, und die erleuchtete Erdhalbkugel nach oben gerichtet: so steht der Sonnenmittelpunkt genau über dem höchsten Punkt der letzteren, und eine gerade Linie aus dem Sonnenmittelpunkt durch diesen obersten Punkt der Erdhalbkugel trifft genau in den Mittelpunkt jener Kreisscheibe. Es würde ein Auge, welches sich im Mittelpunkte dieser horizontalliegenden Kreisscheibe befände, und senkrecht aufwärts blickte, genau in den Mittelpunkt der Sonnenscheibe sehen. Wir machen uns nun zur Veranschaulichung folgende Vorstellungen, deren Verwirklichung zwar mit Schwierig-

keiten verbunden sein würde, die aber doch die Einsicht in den Gegenstand erleichtern. Wir besitzen einen hohlen Erdglobus mit einer dünnen Schale als dessen Oberfläche. Innerhalb dieses Globus liegt horizontal eine Kreisscheibe, welche bis zur Oberflächenschale desselben reicht und in ihrer horizontalen Lage unverändert in Ruhe bleibt, während die Schale des Erdglobus sich dreht. Diese Kreisscheibe stellt den sogenannten Projectionskreis vor, und über diesen Kreis hinweg ziehen bei der täglichen Umdrehung der Erde von Westen nach Osten die auf der Oberfläche derselben befindlichen Länder, Städte, Seen, Meere u. s. w. Es stehe für einen Augenblick diese fortwährend sich drehende Erdglobusoberfläche still, und es befinde sich der Ort Dresden auf der von der Sonne erleuchteten, also oberen, Hälfte des Globus. Ich durchbohre die Globusschale in dem Punkt, welcher die Lage von Dresden angiebt, lasse einen Faden mit Pendel durch die Oeffnung hinab bis die Spitze des Pendelgewichtes jene horizontalliegende Kreisscheibe berührt: dieser Berührungspunkt giebt den Projectionspunkt vom Orte Dresden auf dem Projectionskreise für diesen Augenblick an. Ich kann nun dies Verfahren für andere Stellungen des Globus wiederholen und auf diese Weise eine Reihe von Punkten bestimmen, welche Projectionen sind vom Orte Dresden für die verschiedenen Zeiten des Tages.

Wie vom Punkte Dresden, so können wir auch von jedem anderen Orte, welcher sich auf der erleuchteten Erdhälfte befindet, nach Durchbohrung der Globusschale am entsprechenden Orte ein Pendel auf den Projectionskreis hinablassen, und dadurch die für eine bestimmte Stellung des Globus entstehende Projection dieses Ortes auf dem Projectionskreise bestimmen.

Da der Projectionskreis horizontal liegt und senkrecht darüber in sehr weiter Entfernung die Sonne steht: so hat jeder Sonnenstrahl dieselbe Richtung, welche der gespannte Pendelfaden annimmt. Denn wenn auch im Grunde der Sonnenmittelpunkt nur über dem Mittelpunkt der Kreisscheibe vollkommen genau senkrecht steht, so würde ein Auge, welches sich am Rande der Scheibe befindet, nur äusserst wenig von der vertikalen Richtung, von der Richtung des Pendelfadens, seitwärts blicken müssen, um in den Sonnenmittelpunkt zu sehen, weil dieser Sonnenmittelpunkt ungefähr 25000mal

so weit von der Kreisscheibe entfernt ist, als der Abstand des Randes der Scheibe von ihrem Mittelpunkte beträgt. Die Abweichung der Gesichtslinie nach dem Sonnenmittelpunkt von der Pendelfadenrichtung würde ungefähr 8 Winkelsekunden betragen.

Wir können also, ohne einen für unsere Anschauung merklichen Fehler zu erhalten, annehmen, dass, wo auch immer auf dieser horizontalliegenden Kreisscheibe ein Auge sich befinden möge, dasselbe stets in den Mittelpunkt der Sonne sieht, wenn es senkrecht aufwärts blickt. Da nun jeder Ort der Erde in der Richtung des Sonnenstrahles auf die Projectionsscheibe projicirt wird, so liegt für diesen Ort auch die Projection des Sonnenmittelpunktes in der Projection des Ortes selbst. Man kann nun um diesen gemeinschaftlichen Projectionspunkt in verhältnissmässiger Grösse (d. h. nach dem angenommenen Maassstabe und dem in Bogenminuten angegebenen Radius), die Sonne selbst als Kreis zeichnen, wodurch man die Anschauung derselben erhält, wie sie sich dem an diesem Orte befindlichen Beobachter der Lage und verhältnissmässigen Grösse nach darstellt. Wir werden davon noch Gebrauch machen.

So wie nun in der That sich die Erdkugel von Westen nach Osten dreht, so rückt auch der Projectionspunkt des Ortes Dresden auf dem Projectionskreise allmählig von Westen nach Osten fort. Derselbe beschreibt dabei eine Linie, welche Ellipse genannt wird, und die Zeichnung dieser Linie wird unter 8) dieses Abschnittes gelehrt werden. Es sei hier nur noch die Bemerkung gemacht, dass die Hälfte dieser Ellipse oberhalb des Projektionskreises, die andere Hälfte unterhalb desselben zu denken ist, wenn auch die ganze Ellipse oberhalb derselben gezeichnet wird, da der Ort Dresden während der Hälfte der Drehung sich über der Projectionskreisebene, während der anderen Hälfte der Drehung sich unter derselben befindet.

Wenn nun auch der Projectionspunkt Dresdens seinen Ort auf dem Projectionskreise ändert, so bleibt, nach den oben gegebenen Erläuterungen, dennoch dieser Punkt zugleich fortwährend die Projection des Sonnenmittelpunktes. Diese Fortbewegung des gemeinschaftlichen Projectionspunktes geschieht bei gleichmässiger Drehung der Erde in der Mitte der Projectionsscheibe schneller als am Rande

derselben. Am Rande nämlich ist die Richtung der Bewegung des Ortes, welcher projicirt wird, mehr ein Aufsteigen oder Niedersteigen über der Scheibe als ein Darüber-Hinweggehen; in der Mitte hingegen ist die Hebung und Senkung desselben sehr gering und eine nahebei horizontale Fortschreitung vorherrschend.

Abweichend von der Anschauung der Sonne an den verschiedenen Oertern der erleuchteten Erdhälfte ist die Anschauung des Mondes. Dieser ist nämlich nicht so weit von der Erde entfernt, dass von den verschiedenen Punkten der Projectionsscheibe die nach dem Mondmittelpunkt gerichteten geraden Linien paralell zu einander erscheinen. Vielmehr wird, wenn der Mond genau senkrecht über dem Mittelpunkt der Projectionsscheibe steht, ein Beobachter am westlichen Rand der Scheibe den Mondmittelpunkt dort erblicken, wo die senkrecht aufwärts gehende Gesichtslinie eines am östlichen Rande der Scheibe befindlichen Beobachters das Himmelsgewölbe zu treffen scheint. In ähnlicher Weise werden die ringsherum am Rande der Projectionsscheibe befindlichen Beobachter, bei dem angegebenen Standorte des Mondes, den Mittelpunkt desselben stets da erblicken, wo die senkrecht aufwärts gehenden Gesichtslinien des jedesmal gerade gegenüberstehenden Beobachters das Himmelsgewölbe zu treffen scheinen. Aus diesem Grunde wurde denn auch der Projectionskreis von der Grösse gebildet, wie es geschehen ist. Es musste für die scheinbare Fortstellung des Mondmittelpunktes am Himmelsgewölbe je nach den auf der Erde möglichen Standörtern der Beobachter dieser Raum gelassen werden. Da es nun im Effekt gleich ist, wir mögen die Sonne dem Mond oder den Mond der Sonne nähern, so ertheilen wir diesen Raum des Fortrückens dem Mittelpunkte der Sonne, anstatt ihn dem Mondmittelpunkte zuzutheilen.

In jedem Punkte des Projectionskreises kann sich also ein Auge befinden und senkrecht aufwärts zum Mittelpunkt der Sonne blicken. Der Mond zieht allmählig über den Projectionskreis hinweg. Die Projection der Mondbahn fällt in diesen Projectionskreis, und kurz vor dem Eintritt und nach dem Austritt nahe an ihn. Das Auge, welches sich in irgend einem Punkte der Projection der Mondbahn befindet, sieht Mond und Sonne in einer und derselben Richtung, sobald nämlich der Mond in

eben dem Orte seiner Bahn steht, dessen Projection dieser Punkt ist. Dieses Auge ist die Projection des senkrecht darüber auf der Erdoberfläche befindlichen Ortes. Welcher Ort der Erdoberfläche in dem betreffenden Punkte projicirt sei, dies hängt ab von der jeweiligen momentanen Stellung der erleuchteten Erdhälfte.

Wir lassen nun im Folgenden den Mond in seiner Bahn in gleichmässiger Fortschreitung über der erleuchteten Erdhälfte, welche während dieser Zeit continuirlich sich von Westen nach Osten dreht, ebenfalls von Westen nach Osten hinweggehen. Wir zeichnen eben hiervon die Projectionen; es schreitet also die Projection des Mondmittelpunktes gleichmässig auf dem Projectionskreise von Westen nach Osten fort und sie gelangt dabei auf die Projectionen verschiedener Oerter der Erdoberfläche. Zugleich geht die Projection eines jeden Ortes im Projectionskreise allmählig von Westen nach Osten vorwärts. Die Projection des Mondmittelpunktes bewegt sich aber hierbei schneller fort als die Projection irgend eines Ortes der Erdoberfläche, selbst dann, wenn diese Projection in der Nähe des Mittelpunktes des Projectionskreises fortschreitet.

3) Man lege durch den Mittelpunkt des Projectionskreises eine horizontale Gerade, errichte im Mittelpunkt auf diese eine Senkrechte und bezeichne rechts den Westpunkt Q, links den Ostpunkt R und oben den Nordpunkt P.

Die Gerade QR ist die Projection eines grössten Kreises des Globus, welcher durch den Ostpunkt und Westpunkt der erleuchteten Halbkugel geht und dessen Mitte (höchster Punkt) der von der Sonne zur Zeit der Conjunction in der Ekliptik eingenommene Ort ist. Wenn die Sonne bei der Conjunction im Aequator steht, dann ist diese Gerade die Projection des Aequators. Wenn die Sonne bei der Conjunction ihren höchsten oder tiefsten Stand hat, so ist diese Gerade die Projection der Ekliptik.

Die Senkrechte IP, die Projection des Deklinationskreises, in welchem zur Zeit der Conjunction die Sonne steht, oder auch die Projection des allgemeinen Meridians, ist zugleich die Projection der Erdmeridiane, wie dieselben sich bei der Umdrehung der Erde allmählig unter dem allgemeinen Meridian (Messingkreis am Globus)

hindurchschieben; und stets liegt in dieser Senkrechten die Projection desjenigen Erdmeridians, unter welchem es gerade Mittag ist.

In dieser Geraden *TP* liegen ferner die Projectionen der beiden Erdpole. Wenn die Sonne zur Zeit der Conjunction im Aqeuator steht, so fallen die Projectionen der Pole in die Endpunkte dieser Geraden. Je weiter die Sonne vom Aequator entfernt steht, desto näher an den Mittelpunkt des Projectionskreises rücken die Projectionen der Pole.

In unserem Falle (Sonnenfinsterniss 1858 März 15.) liegen die Pole sehr nahe an den Endpunkten der Senkrechten, weil die Sonne bei der Conjunction nahe am Aequator steht. Da die Sonne südlich vom Aequator und senkrecht über der Mitte der erleuchteten Halbkugel steht: so liegt der Nordpol $2^{0}\ 8'$ unter der Ebene des Projectionskreises und der Südpol um die gleiche Winkelgrösse über derselben. Es muss demnach der Nordpol von unten nach oben projicirt werden, man muss die Senkrechte vom Nordpol aufwärts bis zur Projectionsebene bilden.

4) Man theile die Peripherie des Projectionskreises in Grade ein.

Abtheilungen zu je 90 Grad haben wir bereits. Die Hälften dieser Abtheilungen geben Bogen zu 45 Grad. Diese Bogen werden nun wiederum in je 3 gleiche Theile getheilt, und je ein solcher Theil abermals in 3 gleiche Theile: dadurch erhält man Bogen zu je 5 Grad, in welchen man leicht die einzelnen Gradbogenlängen bestimmen kann.

In der Zeichnung sind nur Bogen von 10 zu 10 Grad markirt, und nur *ein* solcher Bogen ist bei *R* in einzelne Grade getheilt.

5) Man trage sowohl vom Westpunkte als auch vom Ostpunkte aus die geographische Breite des betreffenden Ortes ab, und verbinde diese Punkte der Breite durch eine gerade Linie.

Dresden hat $51^{0}\ 3'$ geogr. Breite. Man kann die $3'$ über 51^{0} nur näherungsweise nehmen. Die von *Q* und *R* aus nach dem Punkte *P* hin abgeschnittenen Längen entsprechen dieser geograhischen Breite.

Die gerade Verbindungslinie enthält wohl die Länge der grossen Axe der später zu bildenden Ortsellipse, aber sie giebt nicht die

Lage derselben an. Diese Lage würde sie nur dann zugleich angeben, wenn die Sonne zur Zeit der Conjunction im Aequator stände, und in diesem Falle würde die Ortsellipse sich als gerade Linie darstellen; es würde dieselbe diese gerade Verbindungslinie selbst sein.

6) Man schneide von jedem der beiden Breitenpunkte aus so wohl aufwärts als auch abwärts Bogen ab, welche so viele Grade und Minuten enthalten, als zur Zeit der Conjunction die Deklination der Sonne beträgt; dann verbinde man die oberen und auch die unteren Abschnittspunkte durch Gerade mit einander.

In unserem Falle (1858 März 15) beträgt die Deklination der Sonne 2° 8′; die abzuschneidenden Bogen sind also sehr klein. Die Geraden selbst liegen sehr nahe an der nach Anweisung unter 5) gezogenen Verbindungslinie; die obere derselben liegt aber näher an dieser letzteren als die untere. In einer Zeichnung nach grösserem Maassstabe lässt sich dies deutlich erkennen.

7) Man halbire, im Punkte N, das Stück der Linie TP, welches zwischen den beiden nach Anweisung unter 6) gezogenen Geraden enthalten ist, und ziehe durch den Halbirungspunkt wiederum eine Gerade senkrecht auf TP, welche so lang ist als die nach Anweisung unter 5) erhaltene Verbindungslinie, und zwar so, dass von N aus nach jeder Seite eine Hälfte derselben liegt.

Das abgeschnittene Stück ist in der Figur Taf. II zwischen 0 und 12 enthalten. Die durch N gezogene Gerade fällt in Folge der geringen Deklination der Sonne so nahe an die nach 5) gebildete Verbindungslinie, dass bei dem kleinen Maassstabe in der beigegebenen Figur diese beiden Linien als verschiedene nicht dargestellt wurden. Die durch die Zahlen 6 und 18 markirten Punkte müssen bei grösserer Zeichnung als von den Peripheriepunkten verschiedene erscheinen. Es liegen dieselben innerhalb des Kreises ein wenig der Linie QR genähert.

Wenn die Deklination der Sonne grösser wäre, so würden auch bei diesem kleinen Maasstabe die Verbindungslinie der Breitenpunkte und diese Linie, welche durch N gelegt worden ist, als verschiedene zu erkennen gewesen sein. Am weitesten sind diese Linien von

einander entfernt, wenn die Deklination der Sonne ihren grössten Werth erreicht hat; sie fallen in der That zusammen, wenn die Deklination der Sonne = Null ist.

Das abgeschnittene Stück, welches hier zwischen 0 und 12 liegt, ist die kleine Axe der Ortsellipse, die so eben gezogene Gerade, welche hier zwischen 6 und 18 liegt, ist die grosse Axe derselben.

8) Man bilde die Ortsellipse auf dem Projectionskreise und theile dieselbe in 24 Stunden ein.

Wenn der Maassstab hinreichend gross gewählt ist, so zeichnet man die Hilfsconstruction, welche so eben angegeben werden soll, gleich in die Figur selbst ein. Ich habe dieselbe, weil die Linien zu gedrängt neben einander liegen würden, besonders auf Taf. IV Fig. 1 gezeichnet und dann in den Projectionskreis übertragen.

Um den Mittelpunkt N beschreibt man zwei Kreise, von welchen der eine als Durchmesser den Abschnitt zwischen 0 und 12, der andere als Durchmesser die Gerade zwischen 6 und 18 erhält. Der erstere Durchmesser wird die kleine Axe der Ellipse, der andere die grosse. Jeder der beiden Kreise wird in 24 gleiche Theile getheilt, wobei man an die Endpunkte der beiden der Lage nach gemeinschaftlichen Durchmesser die Zahlen 0, 6, 12 und 18 setzt. Hierbei ist zu bemerken:

Wenn die Deklination der Sonne südlich ist, so kommt auf der nördlichen Erdhalbkugel die Zahl 0 oben, (nach P hin) die Zahl 6 links die Zahl 12 unten, und die Zahl 18 rechts zu stehen. Diese Anordnung findet in unserem Falle (1858 März 15.) statt.

Wenn die Deklination der Sonne nördlich ist, so kommt auf der nördlichen Erdhalbkugel die Zahl 0 unten, die Zahl 6 links, die Zahl 12 oben und die Zahl 18 rechts zu stehen.

Die übrigen Zahlen werden in gehöriger Reihenfolge dazwischen bei den Theilpunkten angeschrieben.

Nun ziehe man gerade Linien

im grösseren Kreise

von 1 zu 11 und von 23 zu 13,

im kleineren Kreise

von 1 zu 23 und von 11 zu 13,

und verlängere die geraden Linien der kleineren Kreise, wodurch

vier Durchschnittspunkte entstehen, welche Punkte der Ellipse sind und den Ortsstunden 1, 11, 13 und 23 entspreshen.

Man zählt nämlich von Mittag 12 Uhr, welchen Augenblick man 0 nennt, bis wieder Mittag 12 Uhr des folgenden Tages 24 Stunden eines Tages nach einander fort.

Ferner:

im grösseren Kreise

von 2 zu 10 und von 22 zu 14,

im kleineren Kreise

von 2 zu 22 und von 10 zu 14.

Die durch Verlängerung der Geraden des kleineren Kreises entstehenden vier Durchschnittspunkte sind Punkte der Ellipse und entsprechen den Ortsstunden

2, 10, 14 und 22.

Ferner:

im grösseren Kreise

von 3 zu 9 und von 21 zu 15,

im kleineren Kreise

von 3 zu 21 und von 9 zu 15.

Die gebildeten Durchschnittspunkte sind Punkte der Ellipse und entsprechen den Ortsstunden

3, 9, 15 und 21.

Ferner:

im grösseren Kreise

von 4 zu 8 und von 20 zu 16,

im kleineren Kreise

von 4 zu 20 und von 8 zu 16.

Die Durchschnittspunkte, Punkte der Ellipse, entsprechen den Ortsstunden

4, 8, 16 und 20.

Ferner:

im grösseren Kreise

von 5 zu 7 und von 19 zu 17,

im kleineren Kreise

von 5 zu 19 und von 7 zu 17.

Die Durchschnittspunkte, Punkte der Ellipse, entsprechen den)rtsstunden

5, 7, 17 und 19.

Die Stunden 0 (Mittags 12 Uhr) und 12 (Mitternacht 12 Uhr) ;ehen an den Endpunkten der kleinen Axe; die Stunden 6 und 18 ı den Endpunkten der grossen Axe.

Die Reihenfolge der Stunden in der Ortsellipse muss der Rei- ɜnfolge der Zahlen an den beiden Kreisen entsprechen. Mag nun e Zahl 0 oben oder unten in der Ellipse stehen, es bezeichnet dieselbe ets: Mittags 12 Uhr wahre Zeit; rechts von ihr liegen die Vormit- gsstunden 23 bis 18 (die Stunden von Vormittag 11 Uhr bis früh 6 Uhr ırückgerechnet), links von ihr liegen die Nachmittagsstunden von Uhr bis 6 Uhr. Die übrigen Stunden, nämlich von 6 bis 18 sind e Stunden von Abends 6 Uhr bis den anderen Morgen früh 6 Uhr.

Man verbindet nun die Stundenpunkte der Ortsellipse nach der ıtürlichen Reihenfolge mit einander, wodurch eben diese Ellipse ıtsteht.

Bei einer Zeichnung nach grösserem Maassstabe ist es zweck- ässig, die Kreise in 48 gleiche Theile zu theilen, und dadurch, ıdem man entsprechend, wie so eben für Stundeneintheilung ge- igt wurde, verfährt) die halben Stunden der Ortsellipse zu be- immen.

Ich habe nun die besonders, Taf. IV, gezeichnete Ellipse in den 'ojectionskreis, Taf. II, übertragen, und zwar so, dass der Mittel- ınkt derselben auf den Punkt *N* fällt, und die grosse und kleine ɪe die schon vorher angegebene Lage erhalten.

Da, wo die Ortsellipse den Projectionskreis berührt, ist für esen Ort dir Grenze zwischen Tag und Nacht. Von der Zahl 0 ı beiden Seiten bis zum Berührungspunkt reicht der Tag, und das ırige gehört der Nacht an. In unserem Falle (1858 März 15.) ist i südlicher Deklination der Sonne, da 0 oben steht, der Tagestheil ı wenig kleiner als der Nachttheil.

Wenn man den Globus nach der Deklination der Sonne ein- ɜllt, (d. h. bei südlicher Deklination den Nordpol um die Deklina- ınsgrösse unter den Gestellrand vertieft, bei nördlicher Deklina- ın ihn um dieselbe über den Gestellrand erhebt), und nun den Globus

eine Umdrehung machen lässt, so kann man einen Ort beliebig wählen, z. B. Dresden, und seine Projection auf den Projectionskreis bilden. Man wird in dieser Projection die Ortsellipse erhalten. Man stellt z. B. Dresden oben unter den allgemeinen Meridian, und lässt das Pendel durch den Ort Dresden auf den Projectionskreis hinab, so erhält man den Projectionspunkt der Ortsellipse 0; hierauf dreht man den Globus um 1 Stunde (um 15 Grad) weiter ostwärts, und lässt abermals das Pendel hinab, so erhält man den Projectionspunkt der Ortsellipse 1. In dieser Weise kann man fortfahren bis der Ort Dresden unter den Gestellrand gelangt, dann müsste man aber die senkrechten Geraden aus dem Orte Dresden zu dem Projectionskreis aufwärts bilden, und die Punkte würden auf der untern Fläche desselben sich darstellen. Es sind dies die Punkte der Nachtseite, welche bei der Ortsellipse nicht eben erforderlich sind, aber der Vollständigkeit wegen ebenfalls gezeichnet werden.

Hierbei erhält man zugleich die Anschauung von den Projectionen des Nordpols und Südpols in der Geraden *PT* und ihrer Verlängerung. Eine Senkrechte von dem Orte des Poles auf den Projectionskreis giebt die Projection des Poles.

Ferner gewinnt man leicht die Einsicht in die Stellung des Mittagspunktes, des Punktes 0. Wenn nämlich nördliche Deklination der Sonne vorhanden ist, so liegt der Tagestheil der Ortsellipse näher dem Mittelpunkt des Projectionskreises als der Nachttheil, weil der Nordpol über den Gestellrand erhoben ist. Bei südlicher Deklination (wie in der Zeichnung) liegt der Tagestheil der Ortsellipse entfernter vom Mittelpunkt des Projectionskreises als der Nachttheil, weil der Nordpol unter den Gestellrand vertieft ist.

Wir haben nun in der Zeichnung: den Projectionskreis mit Gradeintheilung, Westpunkt, Ostpunkt, die Projection des Ortsmeridians *(TP)*, und die Ortsellipse mit Stundeneintheilung, oder (was zweckmässiger ist) mit Eintheilung in halbe Stunden, oder vielleicht in Viertelstunden.

Diese halben Stunden oder Viertelstunden theilen wir nun in Minuten ein, wodurch wir die Projection des Ortes Dresden für jede Minute des Tages der Sonnenfinsterniss erhalten.

Da nun der Sonnenmittelpunkt stets mit jedem Orte der Erd-

oberfläche einen und denselben Projectionspunkt hat, so kann man für die verschiedenen Minuten des Tages des betreffenden Ortes die Sonne in verhältnissmässiger Grösse (nach angegebenem Sonnen-Radius und gewähltem Maassstab) an dem entsprechenden Orte einzeichnen.

In der Figur ist die Sonne zweimal gezeichnet; das eine mal vor 1 Uhr (0^h 46^m), das andere mal zwischen 3 und 4 Uhr (3^h 15^m) um den Punkt *S*. Es sind dies die Stellungen der Sonne für nahebei Anfang und Ende der Sonnenfinsterniss in Dresden.

9) Man bilde den Positionswinkel *PTG*, und ziehe durch den Punkt *T*, senkrecht auf *TG*, die Gerade *WO*.

Die Grösse des Positionswinkels (des Winkels, welchen ein durch die Sonne gelegter Breitenkreis und Deklinationskreis mit einander bilden) ist in der Tabelle I für jeden Tag des Jahres angegeben, so dass man diesen ohne weiteres von *P* aus westlich oder östlich abträgt. Es lässt sich dies leicht ausführen, wenn die Grade an der Peripherie angegeben sind.

Wir nennen den von *QR* nach *P* hin liegenden Theil, den nördlichen Theil des Projectionkreises, und den in der Nähe von *P* liegenden Theil der Peripherie den nördlichen Rand desselben.

Der Punkt *G* liegt von *P* aus westlich, am nördlichen Rande des Projectionskreises, also nach *Q* hin, wenn die Sonne sich in den aufsteigenden Zeichen befindet, d. i. wenn die Sonnenfinsterniss zwischen der Zeit vom 21. December bis 21. Juni eintritt.

Der Punkt *G* liegt von *P* aus östlich am nördlichen Rande des Projectionskreises, also nach *R* hin, wenn die Sonne sich in den niedersteigenden Zeichen befindet, d. i. wenn die Sonnenfinsterniss zwischen der Zeit vom 21. Juni bis 21. December eintritt.

In unserem Falle (1858 März 15.) beträgt der Positionswinkel 23° 22′, und die Sonne befindet sich in den aufsteigenden Zeichen. Der Bogen *QW* beträgt ebenfalls 23° 22′, und ebensoviel beträgt auch der Bogen *RO*.

10) Man trage nach dem angenommenen Maassstabe die Breite des Mondes vom Mittelpunkte des Projectionskreises aus in der Projection des Breitenkreises, in *TG*, ab.

Zur Zeit der Conjunction steht der Mond in demselben Breitenkreise, in welchem die Sonne steht; es muss also die Projection des Mondmittelpunktes in die Projection des Breitenkreises, in *TG*, fallen. In unserem Falle (1858 März 15.) beträgt die Breite des Mondes + 37′ 43″ (+ bedeutet nach Norden hin, nördlich) d. i. 37′,7, dies giebt nach dem Maassstabe die Länge *TC*. Es ist *C* die Projection des Mondmittelpunktes zur Zeit der Conjunction.

Wenn die Breite des Mondes —, d. i. südlich, gewesen wäre, so hätte man *TC*, von *T* aus, nach der entgegengesetzten Richtung hin abtragen müssen.

11) Man lege die relative Mondbahn durch die für die Conjunctionszeit gefundene Projection des Mondmittelpunktes, durch *C*.

Zur Bestimmung der Lage der relativen Mondbahn ziehe man durch *C* eine Parallele zu *WO*, trage von *C* aus, nach Osten hin, die relative Stundengeschwindigkeit des Mondes in Länge ab, errichte am Endpunkte dieses Stundenweges in Länge eine Senkrechte, welche so gross ist als die Stundenbewegung des Mondes in Breite, und verbinde durch eine Gerade den Endpunkt dieser Senkrechten mit dem Conjunctionspunkt *C*. Diese Gerade giebt die Richtung der relativen Mondbahn an. Man hat nun dieselbe nach beiden Seiten hin zu verlängern. (Vergleiche S. 62).

Zugleich erhalten wir in dieser letztgenannten Geraden, welche die Hypotenuse des rechtwinklichen Dreiecks ist, die Strecke des Weges, welchen der Mond in seiner relativen Bahn in einer Stunde zurücklegt.

In der Fig. auf Taf. II. sind diese Hilfslinien nicht eingetragen; man findet dieselben aber in der Fig. auf Taf. I., woselbst sie das Dreieck *Clb* bilden.

Die Lage der relativen Mondbahn muss mit der im vorhergehenden Capitel gefundenen, übereinstimmen. Der Eintritt in den Projectionskreis muss hier wie dort in 4° 25′ südlicher Breite und der Austritt in 69° 20′ nördlicher Breite vom Rande des Projectionskreises geschehen.

Da man nun aber diesen Eintritts- und Austrittspunkt im vorhergehenden Capitel bereits ermittelt hat, so kann man diese Re-

sultate benutzen. Man markirt am Rande des Projectionskreises 4° 25′ südlich und 69° 20′ nördlich und legt durch diese Punkte die Mondbahn. Hierbei muss wiederum der Punkt *C* in diese Bahn zu liegen kommen.

Wenn man den früher gefundenen Eintrittspunkt und den Austrittspunkt zur Bestimmung der Mondbahn benutzt, so muss man en Stundenmaasstab für die Fortschreitung des Mondes in seiner lativen Bahn besonders bilden. Die relative Stundenbewegung es Mondes in Länge wird die eine Kathete, die Stundenbewegung Breite die andere Kathete eines rechtwinklichen Dreiecks, dessen Hypotenuse die Stundenbewegung des Mondes in seiner relativen Bahn ist. Diese Stundenstrecke wird in 60 gleiche Theile, in Minuten, eingetheilt. Die Zeichnung einer Stundenstrecke des Mondlaufes befindet sich auch auf Taf. II. bei „Mondlauf in 1 Stunde = 60 Minuten in der relativen Bahn," und auch hier ist diese Stundenstrecke in 60 Minuten getheilt.

12) Man theile die Mondbahn in Stunden und Minuten ein, und gebe die Zeiten an, zu welchen der Mond ich an den verschiedenen Oertern in seiner Bahn befindet.

Die Strecke des Weges von 1 Stunde im Mondlaufe ist bereits n 60 Minuten eingetheilt. Hierdurch haben wir ermittelt wie weit er Mond in einer Zeitminute in seiner relativen Bahn fortschreitet.

Da nun die Zeit der Conjunction von Mond und Sonne, nach er Uhr des Ortes in dessen Ellipse gebildet worden ist, da man den unkt derselben im Projectionskreise kennt, so misst man von diesem Punkte, nach dem Stundenmaassstabe, bis zur nächsten vollen tunde ab, theilt dann rückwärts und vorwärts die Mondbahn n Stundenabschnitte, und diese wiederum in Zeitminutenabschnitte, nd schreibt die Stunden und die Zeitminuten zu vielleicht je fünf Minuten der Bahn bei. Hierdurch ermittelt man, über welchem Punkt es Projectionskreises zu jeder gegebenen Zeit während der Dauer er Finsterniss der Mondmittelpunkt senkrecht stehe. Auch um iese Punkte kann man Mondscheiben in verhältnissmässiger Grösse, l. h. nach angegebenem Mondradius und für Bogenlängen gewählem Maassstabe) zeichnen.

In der Figur ist der Mond zweimal gezeichnet, das eine mal *vor* 1 Uhr (0^h 46^m) das andere mal zwischen 3 und 4 Uhr (3^h 15^m) *um* den Punkt *M*. Es sind dies die Stellungen des Mondes für nahebei Anfang und Ende der Sonnenfinsterniss zu Dresden.

In unserem Falle (1858 März 15.) geschieht die Conjunction um 0^h 58^m wahre Dresdener Zeit; man notirt diese Zeit bei dem Punkt *C*. Es fehlen noch 2 Minuten an 1 Uhr; man trägt die Länge für 2 Zeitminuten nach dem Stundenmaassstabe von *C* aus nach Osten (links) ab, und notirt daselbst I^h. Man trägt weiter vorwärts die Stundenlänge ab und notirt II^h u. s. w. In gleicher Weise bestimmt man von I^h aus rückwärts (rechts) die Punkte 0^h (d. i. Mittag 12 Uhr), XXIII (d. i. Vorm. 11 Uhr), XXII, u. s. w.

Es wird bei genauer Zeichnung auch hier die Zeit des Eintrittes in den Projectionskreis und des Austrittes aus demselben mit den im Vorhergehenden gefundenen Zeiten übereinstimmen. Es zeigt sich, dass (1858 März 15.) der Eintritt um Vormittag 11^h 28^m und der Austritt um Nachmittags 2^h 14^m erfolgt, als Anfang und Ende der allgemeinen centralen Sonnenfinsterniss.

13) Man suche die Zeiten des Anfanges und des Endes der Sonnenfinsterniss für den Ort.

Der Ort Dresden ist um Vormittag 11 Uhr da, wo in der Ortsellipse 23 steht und dort ist zu dieser Zeit auch der Sonnenmittelpunkt; zu gleicher Zeit ist der Mondmittelpunkt da, wo in seiner Bahn XXIII steht. In gleichem Sinne hat man zu vergleichen: Ortsellipse 0^h und Mondbahn 0^h; Ortsellipse 1 und Mondbahn I; Ortsellipse 2 und Mondbahn II, Ortsellipse 3 und Mondbahn III u. s. w. Dies giebt jedesmal den Abstand des Mondmittelpunktes vom Sonnenmittelpunkt an. Wenn nun dieser Abstand grösser ist als die Summe von Sonnenradius und Mondradius, so hat die Finsterniss noch nicht begonnen, ist der Abstand dieser Summe gleich, so findet Randberührung statt (Anfang oder Ende der Verfinsterung), ist der Abstand kleiner als diese Summe, so ist die Verfinsterung vorhanden.

Man untersucht nun aber nicht nur die Abstände von Stunde zu Stunde, sondern von Minute zu Minute.

Die Summe von Sonnenradius und Mondradius ist nach dem Maassstabe für 1858 März 15. auf Taf. II (unten links) in der Ent-

fernung *SM* dargestellt. Diese Entfernung fasst man in den Zirkel und versucht die Abstände zwischen entsprechender Zeit auf der Westseite; man findet, dass $0^h\ 46^m$ in der Ortsellipse und $0^h\ 46^m$ in der Mondbahn von einander um die Länge *SM* entfernt sind. Dies ist also die Zeit des Anfanges der Finsterniss für Dresden. Es berühren einander, wenn man an diesen Zeitpunkten Sonne und Mond in entsprechender Grösse (nach Radius und Maassstab) zeichnet, Ostrand des Mondes und Westrand der Sonne. Ferner findet man, dass auch $3^h\ 15^m$ in der Ortsellipse von $III^h\ 15^m$ in der Mondbahn um die Länge *SM* von einander entfernt sind. Dies ist die Zeit des Endes der Finsterniss für Dresden. Es berühren einander Westrand des Mondes und Ostrand der Sonne.

14) Man bestimme die Zeit der grössten Verfinsterung.

Um die Zeit der grössten Verfinsterung zu erhalten, sucht man in der Mondbahn und in der Ortsellipse die gleichen Zeitminuten, zu welchen Mondmittelpunkt und Sonnenmittelpunkt den geringsten Abstand von einander haben. Dies findet nach der Zeichnung für 1858 März 15. um 2 Uhr Nachmittags statt; denn von $1^h\ 59^m$ in in der Ortsellipse zu $I^h\ 59^m$ in der Mondbahn, und in gleicher Weise von $2^h\ 1^m$ in der Ortsellipse zu $II^h\ 1^m$ in der Mondbahn ist die Entfernung grösser als von $2^h\ 0^m$ in der Ortsellipse zu $II^h\ 0^m$ in der Mondbahn.

15) Man bestimme die Grösse der Finsterniss, welche zur Zeit der grössten Verfinsterung für den betreffenden Ort statthat.

Man zeichne für die Zeit der grössten Verfinsterung die Sonne nach Radius und Bogen-Maassstab um den Ort in der Ortsellipse und den Mond nach Radius und Bogen-Maassstab um seinen Ort in der Mondbahn. Die Zeichnung ergiebt unmittelbar wieviel von der Sonnenscheibe durch die Mondscheibe bedeckt werde.

Hierbei ist daran zu erinnern, dass man den Sonnendurchmesser in 12 gleiche Theile, in 12 Zoll (wie man sagt) eintheilt, und bestimmt wie viele solcher Theile, da, wo am wenigsten unbedeckt bleibt, in der Sonnenscheibe durch den Mond bedeckt werden. Man verbinde, nachdem man Sonne und Mond gehörigen Ortes gezeichnet,

den Sonnenmittelpunkt mit dem Mondmittelpunkt, so liegt in dieser Linie der Punkt, wo der Mond am weitesten in der Bedeckung der Sonnenscheibe vordringt. Durch diesen Punkt, welcher der Grenzpunkt der Bedeckung ist, bestimmt man die Grösse der Finsterniss.

Auf der Tafel II ist, damit die Linien in der Hauptfigur nicht zu dicht an einander zu liegen kommen, und dadurch die Anschauung erschwert werde, die Phase der grössten Finsterniss heraus gezeichnet worden. Es is dieselbe auf dieser Tafel durch die oben rechts stehende Figur dargestellt.

Misst man nun den Sonnendurchmesser in dieser Figur, so erhält man als dessen Bogenlänge 32 Bogenminuten; misst man den durch den Mond bedeckten Theil desselben, so erhält man fast 26 Bogenminuten. Es werden nun diese 32 Bogenminuten des Sonnendurchmessers durch 12 Zoll bezeichnet, folglich müssen verhältnissmässig 26 Bogenminuten durch $9\frac{3}{4}$ Zoll bezeichnet werden; denn

$$32 : 26 = 12 : 9\frac{3}{4}$$

Man kann auch unmittelbar in der Figur den Sonnendurchmesser in 12 gleiche Theile theilen, und man wird eben auch finden, dass an dem vorher bezeichneten Ort $9\frac{3}{4}$ solcher Theile des Sonnendurchmessers von der Mondscheibe bedeckt werden.

Es hat sich also für die Sonnenfinsterniss 1858 März 15. durch diese Zeichnung ergeben:

Dresden

Anfang der Finsterniss . .	15. März	Nachm.	$12^h\ 46^m$	w.	Dr.	Z.
Grösste Finsterniss $9\frac{3}{4}$ Zoll	„	„ „	$2^h\ 0^m$	„	„	„
Ende der Finsterniss . .	„	„ „	$3^h\ 15^m$	„	„	„

und da die mittlere Zeit am 15. März um 9 Zeitminuten vor der wahren Zeit voraus ist, so erhält man:

Dresden

Anfang der Finsterniss .	15. März	Nachm.	$12^h\ 55^m$	mittl.	Dr.	Z.
Grösste Finstern. $9\frac{3}{4}$ Zoll	„	„ „	$2^h\ 9^m$	„	„	„
Ende der Finsterniss .	„	„ „	$3^h\ 24^m$	„	„	„

Auf gleiche Weise kann man für jeden andern Ort, dessen geographische Länge und Breite bekannt ist, Anfang, Ende und Grösse der Finsterniss durch Zeichnung bestimmen. Man muss aber bei der Zeichnung stets darauf achten, dass man bei dem Conjunctions-

punkt C die Zeit der Conjunction desjenigen Ortes, für welchen man berechnet, anzusetzen hat, und dann die Stunden dieser Zeit entsprechend vorwärts und rückwärts auf der Mondbahn eintragen. Die Zeit ergiebt sich aber aus der Längendifferenz, wobei man für je 1 Grad östlicher als Dresden 4 Zeitminuten zu der Dresdener Conjunctionszeit hinzuzuzählen, und bei je 1 Grad westlicher als Dresden 4 Zeitminuten von der Dresdener Conjunctionszeit abzurechnen hat. Die Differenz von 1 Minute in Bogen giebt in Zeit 4 Sekunden.

Cap. VI.

Die stereographische Projection der Sonnenfinsternisse. Die Lambertsche Methode.

J. G. Lambert giebt in seiner „Beschreibung und Gebrauch einer neuen und allgemeinen ekliptischen Tafel u. s. w. Berlin 1765“ in dem Abschnitte „Neue Projection der Sonnen- oder Erdfinsternisse“ ein auf stereographische Horizontal-Projection gegründetes Verfahren an, die Sonnenfinsternisse durch Zeichnung darzustellen. Mädler sagt in seiner Populären Astronomie: „Die Stelle der Berechnung (der Finsternisse) kann auch eine Zeichnung vertreten, die für Monfinsternisse ziemlich einfach, für Sonnenfinsternisse dagegen verwickelter ist. Die von Lambert zu diesem Zwecke gegebenen Constructionen sind die brauchbarsten.“ Es soll nun die Lambertsche Constructionsweise mit Anwendung auf unser Beispiel (1858 März 15.) folgen. Die Darstellung ist nach dieser Weise wenigstens nicht leichter auszuführen, als die nach der im Vorhergehenden angegebenen. Man fertigt die Zeichnung nur durch gerade

Linien und Kreise (Ellipsen sind nicht zu bilden), aber es wird die Kenntniss, einen trigonometrischen (Tangenten und Sinus) Maassstab zu construiren, vorausgesetzt. Ich werde das Verfahren ohne Begründung der einzelnen Vorschriften angeben, da diese die Vorausschickung einer Theorie der stereographischen Horizontal-Projection erfordern, und die Mittheilung derselben mich zu weit vom Wege abführen würde. Der Leser, welcher diese Theorie versteht, kann die Beweise leicht selbst finden, denn die astronomische Anschauung des Vorganges ist der dem Vorhergehenden zu Grunde liegenden analog.

Auch hier ist es zweckmässig, die Zeichnung nach möglichst grossem Maassstabe zu fertigen.

1) Man bilde mit dem Radius der Horizontalparallaxe des Mondes, nach Abzug der Sonnenparallaxe, um *T* (Taf. III. Fig. 1) den Kreis *WGOW*.

2) Man ziehe *OW*, lege *GT* senkrecht auf *WO*, mache *GTP* dem Positionswinkel gleich, nehme *TC* gleich der Breite des Mondes zur Zeit der Conjunction, ziehe die relative Mondbahn durch *C*, und theile dieselbe in Minuten. Dies Alles ist genau in der Weise zu zeichnen, wie es im Vorhergehenden (für die orthographische Projection) gelehrt worden ist.

3) Man betrachte *TW* als Sin. 90° und als tang. 45°, demnach als die Einheit, und construire einen linearen Tangentenmaassstab, wobei man die Hälften der Winkel notirt, als wären es die ganzen Winkel (man schreibt 5 statt 2,5, 10 statt 5, 20 statt 10 u. s. w., lässt aber in der Anwendung unberücksichtigt, dass man diese Veränderung gemacht habe) und einen linearen Sinusmaassstab. (Taf. III. Fig. 2.)

4) Man nehme *Tq* (Taf. III. Fig. 1) gleich der Deklination nach dem Tangentenmaassstab, also in unserem Falle (1858 März 15.) so gross wie für den Winkel 2° 8′ (in der That nur 1° 4′, doch dies bleibt im Folgenden nun fortwährend unerwähnt) bestimmt worden ist, und trage diese Länge von *T* aus nach dem Nordpole hin ab, weil die Deklination südlich ist.

Der Buchstabe *q* fällt zwischen *T* und *n* dahin, wo die Linie *QR* die Linie *Pp* durchschneidet.

5) Man nehme Tp gleich dem Complement der Deklination nach dem Tangentenmaassstab, also hier 88° (87° 52′).

Der Punkt p ist die Projection des Südpoles; P ist nicht die Projection des Nordpoles, sondern nur ein Punkt, welcher in der Projection des allgemeinen Meridians liegt.

6) Man bilde die Projectionen der Parallelkreise. Dieselben gehen von T aus nach p hin gerechnet durch die Punkte 8°, 18°, 28°, 38° u. s. w., nach P hin durch die Punkte 12°, 22°, 32°, 42° u. s. w., wobei alle diese Abstände von T nach dem Tangentenmaassstab bestimmt werden.

Die Mittelpunkte der projicirten Parallelkreise findet man, indem man in der Pp und ihrer Verlängerung in vorliegendem Falle die Punkte der Mitten von den Tangentenlängen 8° und 168°, von 18° und 158°, von 28° und 148° von . . . von 78° und 98° für die südlichen, und von 12° und 172°, von 22° und 162°, von 32° und 152° von . . . 82° und 102° für die nördlichen Längen wählt. Eine allgemeine Regel lässt sich sehr leicht hieraus ableiten.

7) Man trage die doppelte Deklination der Sonne (hier 4° 16′) nach dem Tangentenmaassstabe von T bis n ab (hier nach dem Nordpole hin, weil die Deklination südlich ist). Mit dem Radius np beschreibe man einen Halbkreis um n; dieser enthält die Meridiane der 6. und 18. Stunde. Durch n ziehe man eine Senkrechte auf Pp, die als Nadir des Sonnenmittelpunktes, da in diesem Nadir der Augpunkt liegt, eine gerade Linie ist. Da nun bei dieser Projectionsweise alle Meridiane Kreislinien sind, welche sich im Pole unter ihren wahren Winkeln durchschneiden, so findet man leicht die Mittelpunkte dieser Kreislinien (Meridianprojectionen) auf der Geraden NN oder ihrer Verlängerung. (Man bildet einen Kreis um p und theilt die Peripherie desselben zu je 15 Grad in Bogen. Zieht man nun Gerade aus p zu diesen Bogenabtheilungen, so wird die Linie NN an den entsprechenden Mittelpunkten der Meridianbogen durchschnitten).

8) Man ziehe, wie unter 6) gelehrt worden ist, den Parallelkreis des Ortes, für welchen die Finsterniss bestimmt werden soll. Für Dresden, 51° nördliche Breite, ist es der Bogen, worin die Punkte

a, m, e befindlich sind. In *a* liegt Dresden auf dem Meridian $12^h\ 45^m$ in *m* auf dem Meridian $1^h\ 59^m$, in *e* auf dem Meridian $3^h\ 15^m$, während die Projectionen des Mondmittelpunktes in gleicher Reihenfolge zu den entsprechenden Zeiten auf α, μ und ε fallen. Ich habe diese passenden Punkte sogleich gewählt, um nicht durch Versuchslinien die Figur undeutlich zu machen. Es gehören dieselben zu nahebei Anfang, Mitte und Ende der Finsterniss für Dresden.

9) Man ziehe *Ta*, und zu dieser Linie die Parallele $\alpha\beta$, lege *Ta* auf den Tangentenmaassstab und lese den dazu gehörigen Winkel (hier 54°) ab. Mit diesem Winkel gehe man auf den Sinus-Maassstab, und die hier erhaltene Länge schneide man von α aus auf dieser Parallele $\alpha\beta$ ab. Die abzuschneidende Länge ist hier $\alpha\beta$. Es stellt nun *T* den Standort des Mittelpunktes der Sonne, und β denjenigen des Mittelpunktes des Mondes zur Zeit $12^h\ 45^m$ für Dresden vor. Diese Entfernung $\alpha\beta$ ist noch ein wenig grösser als die Summe von Sonnen- und Mond-Radius. Es hat also die Finsterniss für Dresden noch nicht begonnen, der Mondrand ist noch nicht an den Sonnenrand gelangt, aber er steht demselben sehr nahe.

Man ziehe *Te* und zu dieser Linie die Parallele $\varepsilon\gamma$, trage *Te* auf den Tangentenmaassstab, und lese den dazu gehörigen Winkel (hier 68°) ab. Mit diesem Winkel gehe man auf den Sinusmaassstab, und die hier erhaltene Länge schneide man von ε aus auf dieser Parallellinie $\varepsilon\gamma$ ab. Die abzuschneidende Länge ist hier $\varepsilon\gamma$. Es stellt nun *T* den Standort des Mittelpunktes der Sonne und γ denjenigen des Mondes zur Zeit $3^h\ 15^m$ für Dresden vor. Diese Entfernung ist fast gleich der Summe von Sonnen- und Mond-Radius. Es endet kurze Zeit vor diesem Augenblick die Finsterniss für Dresden.

Auf der Geraden $\beta\gamma$ liegt die Reihe der aufeinanderfolgenden Standörter des Mondmittelpunktes während der Sonnenfinsterniss zu Dresden, wobei der Sonnenmittelpunkt in *T* angenommen wird. Diese Gerade wird in so viele gleiche Theile, Minuten, getheilt, als von der Zeit, wann der Mondmittelpunkt in β erscheint, bis zu der Zeit, wann er in γ erscheint, Minuten verfliessen. Man bilde einen Kreis um *T* mit dem aus Sonnen- und Mondradius zusammengesetzten Halbmesser. Dieser durchschneidet die Gerade $\beta\gamma$ ein wenig nach

und ein wenig vor γ. Bei Zeichnungen nach grösserem Maassstabe wähle man die Zeiten von 10 zu 10 Minuten und verfahre wie für aT, $a\beta$ und eT, $\varepsilon\gamma$ soeben gezeigt wurde. Es wird dann die Linie der Standörter des Mondmittelpunktes nicht als vollständig gerade sich bilden und den durch die Mondparallaxe bedingten Standörtern des Mondmittelpunktes noch genauer entsprechen.

Es ist in der Zeichnung noch mT und zu dieser Linie parallel und in entsprechender Länge $\mu\delta$ gezogen worden. In δ steht der Mondmittelpunkt zur Zeit der Mitte der Finsterniss für Dresden und der Sonnenmittelpunkt in T. $T\delta$ hat die Länge 6 Bogenminuten. Da nun die Mittelpunkte von Sonne und Mond um 6 Bogenminuten von einander abstehen, so bleiben auch 6 Bogenminuten, in dem im Vorhergehenden bereits angegebenen Sinne, unbedeckt.

Der Sonnendurchmesser enthält 32 Bogenminuten. Hieraus ergiebt sich folgende leicht verständliche Rechnung: $\frac{6}{32} = \frac{3}{16}$; $\frac{3}{16} \times 12 = \frac{36}{16} = 2\frac{1}{4}$; $12 - 2\frac{1}{4} = 9\frac{3}{4}$; die Finsterniss wird also für Dresden gegen $9\frac{3}{4}$ zollig sein.

Die Linie $\beta\delta\gamma$ ist in dieser nach kleinem Maassstabe gefertigten Figur eine gerade geworden.

10) Man beschreibe um T im Verhältniss der für die Mondparallaxe gewählten Länge den Sonnenkreis, und um verschiedene Punkte der Geraden $\beta\gamma$ den Mondkreis, so ergiebt sich unmittelbar die jedesmalige, dem Standorte des Mondes entsprechende, Bedeckung der Sonnenscheibe durch die Mondscheibe. Wenn des Mondes Mittelpunkt in der Hälfte der durch $\beta\gamma$ gebildeten Sehne erscheint, so ist die Finsterniss am grössten für den betreffenden Ort.

Diese Andeutungen dürften wohl genügen, um in ähnlicher Weise für andere Oerter Anfang, Ende und Grösse der Finsterniss zu bestimmen. Man hat dabei stets die geographische Breite des Ortes in Rechnung zu nehmen, und in der Mondbahn bei dem Conjunctionspunkt die wahre Zeit des betreffenden Ortes für den Conjunctionsmoment zu notiren, und darnach Stunden und Minuten in der Mondbahn zu bezeichnen.

Man kann auch noch anderweitige Aufgaben mit Hilfe dieses Constructionsverfahrens lösen.

Wenn man die Summe von Mondparallaxe, (weniger Sonnenparallaxe), Sonnenradius und Mondradius als Halbmesser annimmt, und mit diesem von T aus in die Mondbahn einschneidet, so erhält man in der Mondbahn die Punkte und dadurch die Zeiten des Anfanges und Endes der Finsterniss auf der Erde überhaupt. Verbindet man durch Gerade diese Einschnittspunkte mit T, so durchschneiden diese Halbmesser den Kreis der Mondparallaxe (der Projection der Erdkugel) in zwei Punkten, durch deren Lage in Bezug auf die Projectionen der Meridiane und Parallelkreise die Oerter der Erde angezeigt werden, wo die partielle Finsterniss zuerst und zuletzt gesehen wird.

Wenn man die Summe von Mondparallaxe (weniger Sonnenparallaxe) und Mondradius als Halbmesser annimmt, und dann in der soeben angegebenen Weise verfährt, so erhält man Zeiten und Oerter für Anfang und Ende der sechszolligen Finsterniss. Es wird nun leicht sein, dies auch auf einzollige, zweizollige u. s. w. Finsterniss zu übertragen.

In den Punkten B und D erhält man die Stellungen des Mondmittelpunktes und dadurch Zeiten und Oerter der Erde für Anfang und Ende der centralen Finsterniss.

Um den Standort des Mondmittelpunktes in Bezug auf Meridiane und Parallelkreise für die auf einander folgenden Minuten zu bestimmen, bildet man zu BD den zugehörigen Bogen, und zwar so, dass gerade Linien aus T nach B und D gezogen, Tangenten an den Kreis dieses Bogens werden. Man zieht aus den in der Sehne BD angegebenen Minuten gerade Linien nach T, so durchschneiden diese den Bogen über BD in den entsprechenden Zeit-Minuten-Punkten. Ferner hat in der Geraden TII die Entfernung T2 eben so viele Grade auf dem Tangenten-Maassstab als die Entfernung TII auf den Sinus-Maassstab. Ebenso verhält es sich mit T1 und TI, ferner mit T0 und TO, und s. w. Die Länge von T bis 1 enthält auf dem Tangentenmaassstab ebensoviel Grade, wie die Länge von T bis I auf dem Sinusmaassstab anzeigt; der Abstand O (in der projicirten Mondbahn) von T zählt auf dem Sinusmaassstab dieselbe Anzahl Grade, welche der Abtand o (im Bogen BaD) von T im Tangentenmaassstab angiebt. Die geraden Linien T2II, T1I und T0O sind auf

Taf. III. Fig. 1 nicht ausgezogen, sondern nur angedeutet worden; bei 2, 1, 0 im Bogen *BD* sind die Durchschnitte dieser Linien markirt. Die Länge *TB* und die Länge *TD* haben jede sowohl auf dem Sinusmaassstab als auch auf dem Tangentenmaassstab 90°.

In gleicher Weise kann man die geraden Linien, welche man im Projections-Kreise der Erdkugel dadurch erhält, dass man stets die Eintritts- und Austrittspunkte für die einzollige, zweizollige u. s. w. Finsterniss verbindet, in Bogen verwandeln und die den aufeinanderfolgenden Minuten entsprechenden Oerter bestimmen.

Die Schattengrenze wird durch eine Gerade gefunden, welche man in der Entfernung von Sonnen- und Mondradius parallel zur Geraden *BD* zieht. Zu dieser Geraden bildet man ebenfalls, wie vorher angezeigt wurde, den Bogen, und theilt denselben nach Zeit ein. Für irgend eine Zeit ergiebt sich nun die Breite des zugehörigen Schattengrenzpunktes unmittelbar durch die Lage der Parallelkreise; die Länge desselben hingegen wird aus der Differenz zwischen der Stunde des Meridians und der Stunde und Länge des Ortes, dessen Zeit auf der Bahn des Mondmittelpunktes notirt ist, abgeleitet. Es ist hierbei neben der Drehung der Erde auch die Fortrückung des Mondmittelpunktes in seiner Bahn in Betracht zu ziehen.

Bei der Bestimmung der Schatten-Grenz-Oerter für die am Rande des Projectionskreises der Erdkugel liegenden Punkte weichen die Resultate mehr von der Wirklichkeit ab, als dies in der Mitte des Projectionskreises der Fall ist.

Es wird für die Ermittelung des Ganzen im folgenden Kapitel ein einfacheres Verfahren angegeben werden, welches in der Anwendung des Erdglobus besteht.

Cap. VII.

Anwendung des Erdglobus zur Bestimmung des Fortschreitens der Sonnenfinsterniss auf der Erde.

Erklärungen und allgemeine Bemerkungen.

Der Erdglobus, welcher zur Bestimmung der Fortschreitung der Sonnenfinsterniss auf der Erde dienen soll, muss einen Durchmesser von wenigstens 12 Zoll haben, mit Gestell und Messingmeridian versehen sein und eine Einstellung der verschiedenen Polhöhen durch Drehung des Messingringes im Gestell ermöglichen.

Auf dem Globus ist der Aequator in Grade eingetheilt, von denen der bei der Insel Ferro durchgehende mit 0 oder 360 und von hieraus nach Osten hin der je zehnte mit der zugehörigen Zahl, also der nächst zehnte Grad mit 10, der von hieraus wieder zehn Grad ostwärts abstehende mit 20 u. s. w. bezeichnet ist. Durch den je zehnten Grad des Aequators ist ein Meridian gelegt. Es sind zwar nur diese Meridiane auf den Globus gezeichnet, man kann sich aber deren unendlich viele denken. Man kann nämlich zunächst wieder durch jeden einzelnen Grad, dann durch jede Minute jedes Grades (also 60 innerhalb eines Grades), dann durch jede der 60 Sekunden jeder Minute u. s. w. Meridiane gelegt denken. Wenn es also heisst Dresden liegt 31° 24′ 7″,5 östlich von Ferro, so liegt der Punkt Dresden unter einem Meridian, welchen wir durch den Punkt des Aequators 31° 24′ 7″,5 östlich von Ferro legen.

Alle Meridiane treffen sowohl im Nordpol als auch im Südpol zusammen. Der erste Meridian, welcher bei der Insel Ferro vorübergeht und mit 0 bezeichnet ist, ist sowohl nach dem Nordpol als auch nach dem Südpol hin in Grade eingetheilt. Durch den je zehn-

ten Grad so wohl nordwärts als auch südwärts ist ein Kreis dem Aequator parallel gelegt. Diese Parallelkreise werden desto kleiner je näher sie dem Pole liegen. Durch diese Parallelkreise wird jeder Meridian, eben so wie der erste, in Bogen von je 10 Grad getheilt. Jeder Parallelkreis wird von den 36 angegebenen Meridianen ebenfalls in Theile von je 10 Grad zerlegt. Diese Grade als Bogen oder Linien auf der Globusoberfläche gedacht, haben in den verschiedenen Parallelkreisen verschiedene Längen; am Aequator sind dieselben am grössten, und sie werden desto kleiner je näher die Parallelkreise einem der beiden Pole liegen.*) Die Abnahme der Grösse derselben auf der Südhälfte des Globus ist gleich ihrer Abnahme auf der Nordhälfte.

Der Messingkreis, welchen wir allgemeinen Meridian nennen, lässt sich nur in der Richtung von Süden nach Norden und umgekehrt drehen, aber nicht nach Osten oder Westen; sein oberster Punkt steht immer über dem obersten Punkt des Globus. Auch der allgemeine Meridian ist in Grade eingetheilt. Am Nordpol und am Südpol steht 90 (Grad), von hier 10 Grad nach dem Aequator hin 80 u. s. w., über dem Aequator selbst ist 0 Grad des allgemeinen Meridians.

Der Erdglobus lässt sich innerhalb dieses Ringes, innerhalb des allgemeinen Meridians, drehen; die Drehungsaxe geht vom Nordpol zum Südpol; am Nordpol und am Südpol des Globus ist ein Stift, welcher bei 90° nördlich und bei 90° südlich in den Messingkreis drehbar eindringt.

Drehen wir nun den Globus einmal vollständig in der Richtung von Westen nach Osten um seine Axe, wie in Wirklichkeit sich die Erde täglich einmal um ihre Axe dreht, so schieben sich allmählig alle Meridiane unter dem Messingkreise hinweg; jeder Meridian

*) Meilengrösse der Grade der Parallelkreise in den verschiedenen Breiten:

am Aequator enthält 1 Längengrad	. . . . .	15	geogr.	Meilen,
unter 20° Breite	. . . . circa	14	„	„
„ 40° „	. . . . „	11½	„	„
„ 60° „	. . . . „	7½	„	„
„ 80° „	. . . . „	2½	„	„
„ 90° „	. . . . „	0	„	„

Man findet die der Breite zugehörige Längengrad-Grösse nach der Formel:

$$x = 15 \cdot \cos. \text{Breite}.$$

kommt bei seinem obersten Standpunkt in die Lage des allgemeinen Meridians (daher der Name desselben), und zwar schiebt sich ein östlich gelegener Erdmeridian früher unter dem allgemeinen Meridian hinweg als ein westlich gelegener. Fangen wir bei dem ersten Meridian an, so steht zuerst dieser unter dem allgemeinen Meridian. Nun drehen wir einen Grad weiter von Westen nach Osten*) so gelangt zunächst 359 unter den allgemeinen Meridian, dann durch Drehung wieder um einen Grad in derselben Richtung 358, dann 357 u. s. w., endlich . . . 3, 2, 1 und wiederum 0. Die Erde vollendet eine Umdrehung in 24 Stunden, also in 24 Stunden gehen 360 Grade des Aequators unter dem allgemeinen Meridian hinweg, folglich in einer Stunde 15 Grad, in 1 Zeitminute 15 Bogenminuten, in einer Zeitsekunde 15 Bogensekunden. Wenn sich demnach 15 Grad des Aequators unter dem allgemeinen Meridian hinweggeschoben haben, so ist eine Stunde vergangen, bei 15 Bogenminuten eine Zeitminute, bei 15 Bogensekunden eine Zeitsekunde. Man kann also einerseits durch die Zeit, welche verfliesst, die unter dem allgemeinen Meridian während dessen hindurchgegangenen Aequatorgrade u. s. w. und andrerseits durch die unter dem allgemeinen Meridian hindurchgegangenen Aequatorgrade die während dessen verflossene Zeit bestimmen, z. B. Dresden liegt 31° 24′ 7″,5 östlich von Ferro, Berlin liegt 31° 3′ 24″,6 östlich von Ferro. Es geht also Dresden früher unter dem allgemeinen Meridian hinweg als Berlin, nämlich um 31° 24′ 7″,5 — 31° 3′ 24″,6 = 20′ 42″,9 in Bogen, da nun 15 Bogenminuten 1 Zeitminute, und 15 Bogensekunden 1 Zeitsekunde ausmachen, so geht Dresden um 1 Minute 22,9 Sekunden in Zeit früher unter demselben hinweg als Berlin. Jeder Ort, welcher gerade unter dem allgemeinen Meridian steht, hat eben Mittag. Wenn also Berlin Mittag hat, so ist es in Dresden schon um Nachmittag $12^h\ 1^m\ 22^s,9$; und wenn Dresden Mittag hat, ist es in Berlin erst um Vormittag $11^h\ 58^m\ 37^s,1$. Zu einer und derselben physischen Zeit ist es in Dresden Nachmittag 12 Uhr 5 Min. 27,8 S. und in Leipzig Mittag 12 Uhr; Leipzig liegt um $5^m\ 27^s,8$ und daher um

*) Stellt man sich so an das Globusgestell; dass man näher bei sich den Nordpol, entfernter von sich den Südpol hat, und dass man über den Nordpol hinweg nach dem Südpol sieht, so liegt Westen rechts, Osten links.

1° 21′ 57″ westlicher als Dresden, also unter
30° 2′ 10″,5 östl. L.;

denn jeder Ort, welcher um 1 Stunde, oder 1 Zeitminute, oder 1 Zeitsekunde in der Tageszeit zurück ist im Verhältniss zu einem andern, liegt um 15° oder 15 Bogenminuten oder 15 Bogensekunden westlicher als dieser.

Am Nordpol des allgemeinen Meridians ist ein Zifferblatt befestigt mit beweglichem Zeiger. Auf diesem Zifferblatt steht oben und unten an dem Meridian die Zahl 12, welche oben Mittag und unten Mitternacht bezeichnet. Die Stunden 1, 2, 3 u. s. w. sind so gestellt wie die Sonne ihren scheinbaren Lauf am Himmel macht, also von Osten nach Westen (von links nach rechts, bei nach Süden gewendeter Stellung). Man lässt also den beweglichen Zeiger dem scheinbaren Lauf der Sonne folgen; ich stelle z. B. Dresden unter den allgemeinen Meridian, so müsste ich, nach der Annahme, dass jeder unter dem Meridian befindliche Ort eben Mittag haben sollte, auch den Zeiger auf oben stehende 12 stellen. Sehen wir jetzt einmal bei der Betrachtung dieses Stundenkreises und Zeigers davon ab, dass der oben befindliche Ort Mittag habe; es stehe Dresden oben unter dem allgemeinen Meridian, und die Sonne mache ihren scheinbaren Lauf von Osten nach Westen: so steht Vormittag 6 Uhr die Sonne in dem Meridian unter der 6, um 7 Uhr in demjenigen unter der 7 u. s. w., Nachmittag 1 Uhr in dem Meridian, welcher unter der 1 liegt, um 2 Uhr in demjenigen unter 2 u. s. w. Wollen wir nun Vormittag 9 Uhr andeuten, so stellen wir den Zeiger links auf 9, wollen wir Nachmittag 4 Uhr andeuten, so stellen wir ihn rechts auf 4. Da hier der Zeiger den Stand der Sonne angiebt, also über dem Meridian steht, in welchem sich die Sonne befindet, so haben die unter einem Meridian liegenden Oerter eben Mittag, wenn wir den Zeiger auf denselben stellen.

Wir nehmen nun wieder an, dass stets der unter dem Messingkreis befindliche Meridian Mittag hat, und stellen die Frage: Welche Stellung hat der Dresdener Meridian Vormittag 10 Uhr? Zur Beantwortung derselben stellen wir erst Dresden oben unter den Meridian, dann drehen wir den Zeiger links auf 10, und hierauf rotiren wir den Globus, bis der mitrotirende Zeiger unter dem Messingkreis

steht. Die Stellung des Dresdener Meridians, wie sie jetzt ist, entspricht derjenigen von Vormittag 10 Uhr Dresdener Zeit, wenn derselbe um 12 Uhr (Mittag) unter dem Messingkreis steht. Wir haben dadurch den Globus (die Erdkugel) um 2 Stunden zurückgestellt. Wie liegt der Dresdener Meridian Nachmittag 5 Uhr? Wir stellen Dresden unter den Messingkreis, hierauf drehen wir den beweglichen Zeiger auf 5 rechts und hierauf rotiren wir den Globus, bis der mitrotirende Zeiger unter dem Messingkreis steht. Diese Stellung des Dresdener Meridians, wir wir dieselbe jest erhalten, ist diejenige für Nachmittag 5 Uhr Dresdener Zeit, wenn der Dresdener Meridian Mittag 12 Uhr Dresdener Zeit unter dem Messingkreis steht. Man kann in ähnlicher Weise für jeden andern beliebigen Ort die Stellung des Meridians an den verschiedenen dortigen Tagesstunden ermitteln unter der Voraussetzung, dass dieser Ort Mittags 12 Uhr unter dem Meridian stehen soll.

Dies findet gewöhnlich Anwendung bei Sonnenfinsternissbestimmungen. Anfänger werden durch die Stellung der Zahlen leicht irregeführt, und der Stundenkreis, welcher nur klein sein kann, lässt keine grosse Genauigkeit zu, ferner ist es in manchen Fällen (was von der Deklination der Sonne abhängig ist) sehr unbequem, auf dem Stundenkreis die Stundenzahlen abzulesen u. s. w. Ich werde daher mich in dem Folgenden dieses Stundenkreises nicht bedienen, sondern an dessen Stelle die Aequatorgrade in Anwendung bringen. Nur der Vollständigkeit wegen habe ich eine Erklärung desselben gegeben, und damit bei der Weglassung der Erklärung desselben skrupulöse Leser nicht etwa meinen, es sei etwas Wesentliches übergangen worden, wenn sie an ihrem Globus den Stundenkreis sehen, und doch hier denselben nicht erwähnt finden.

Das Gestell zum Erdglobus hat einen in Grade eingetheilten Rand, welcher den Globus in zwei gleiche Theile theilt, von denen der eine über dem Rand, der andere unter demselben steht. Wir stellen nun zunächst den Globus so, dass sowohl Nordpol als auch Südpol desselben genau im Rande des Gestells liegen. Bei dieser Stellung trifft irgend ein Meridian des Globus der Lage nach mit dem Gestellrand zusammen, und wie auf dem Meridian die Grade

von 0 bis 90 eingetheilt sind, in gleicher Weise und in gleicher Richtung finden wir dies auch am Gestellrande.

Der Aequator geht an den Gestellrand in zwei Punkten vorüber, wir nennen den einen dieser Punkte des Randes den Westpunkt, den andern den Ostpunkt. Der Westpunkt liegt, wenn wir über den Gestellrand von Norden nach Süden blicken, an dem für uns rechts befindlichen Theil des Randes, der Ostpunkt zu unserer linken Seite. Wir zählen sowohl vom Westpunkte aus nach Norden und nach Süden hin 90 Grade, als auch vom Ostpunkte aus nach Norden und nach Süden hin 90 Grade. Bei dem 90. Grad sowohl im Norden als auch im Süden dringt der Messingkreis ein wenig in das Gestell ein und wird dadurch in seiner vertikalen Lage gehalten. Wenn wir nun einen Punkt am Rande des Gestelles bezeichnen sollen, so bestimmen wir: ob er am Westrande oder am Ostrande desselben sei, ob er vom Westpunkte nördlich oder südlich, oder ob er vom Ostpunkte nördlich oder südlich, und wie viel Grade von einem dieser Punkte in der angegebenen Richtung entfernt er liege. Wir unterscheiden demnach zwischen Winkeln am Gestellrande vom Westpunkte und vom Ostpunkte nach Norden oder nach Süden, und wir wollen hierbei die leichtverständliche Bezeichnung anwenden, nördlicher und südlicher Breitenwinkel am Westrande, und nördlicher und südlicher Breitenwinkel am Ostrande. Wir sagen aber nicht nördliche und südliche Breite, weil dieser Winkel am Rande nur dann derselben genau entspricht, wenn die Stellung des Globus so gewählt ist, wie wir sie jetzt angenommen haben; aber wir brauchen den auf den Begriff Breite deutenden Namen „Breitenwinkel", weil dieser Winkel am Gestellrande und die geographische Breite in einem Verhältniss zu einander stehen.

Wir mögen nun den Nordpol oder den Südpol über den Gestellrand erheben, wenn nur der Messingkreis dabei in seiner vertikalen Stellung bleibt, immer wird der Aequator des Globus mit dem Westpunkt und Ostpunkt am Gestellrande zusammentreffen, und es wird die eine Hälfte des Aequators über, die andere Hälfte desselben unter dem Gestellrande liegen. Erheben wir den Nordpol über den Gestellrand, so ist ein nördlich vom Aequator gelegener Punkt des Globus in der Mitte oben unter dem Messingkreis, der oberste Punkt der

oberen Globushälfte; erheben wir den Südpol über den Gestellrand, so ist ein südlich vom Aequator gelegener Punkt des Globus der oberste Punkt der oberen Globushälfte; im ersten Fall liegt der Südpol, im zweiten der Nordpol um eben so viele Grade unter dem Gestellrande, als der entgegengesetzte Pol über diesen erhoben worden ist.

Wenn der Nordpol und Südpol im Gestellrande selbst stehen, so stimmt, wie bereits oben erklärt worden, die geographische Breite mit dem Breitenwinkel überein; z. B. trifft der Parallelkreis von 40° geogr. Breite den Punkt am Gestellrand, welcher durch 40° Breitenwinkel, mag derselbe 40° vom Westpunkt oder vom Ostpunkt nach Norden oder nach Süden hin liegen, bezeichnet wird.

Wird aber der Nordpol oder der Südpol erhoben über den Gestellrand, so trifft der Parallelkreis von 40° geogr. Breite nicht den Punkt des Breitenwinkels 40°, sondern es reicht dieser Parallelkreis weiter am Gestellrand nach dem Pole hin, sei es nördlich oder südlich, am Westrande oder am Ostrande, und zwar um so weiter, je mehr der Pol erhoben wird. Bei der Erhebung von nur einigen Graden ist in der Nähe des Aequators der Unterschied zwischen Breiten und Breitenwinkel sehr gering. Der grösste Unterschied ist am Pole, dort beträgt derselbe den Erhebungwinkel. So würde z. B. bei einer Erhebung des Poles um 2° über den Gestellrand, bei dem Breitenwinkel 90° (also am Pole) der Parallelkreis 88° den Gestellrand treffen, und in den dem Aequator nahe liegenden Parallelkreisen würde der Unterschied zwischen Breite und Breitenwinkel nur wenige Bogenminuten betragen.

Wenn der Nordpol über den Gestellrand erhoben wird, so bleiben doch über diesem Rand am Aequator in geographischer Länge nicht mehr und nicht weniger als 180 Grade; je weiter nach dem Nordpole hin um so grösser als 180 ist die Anzahl der Längengrade, welche oberhalb des Randes liegen, nach dem Südpole hin ist dieselbe aber in demselben Verhältnisse kleiner.

Wenn der Südpol über den Gestellrand erhoben wird, so bleiben ebenfalls vom Aequator stets 180 Grade oberhalb des Randes; je weiter nach dem Südpole hin, desto mehr als 180 Grade der Parallelkreise stehen

oberhalb des Randes, und je weiter nach dem Nordpole hin, desto weniger als 180 Grade der Parallelkreise stehen oberhalb des Randes.

Z. B. Bei der Erhebung des Südpoles um 2° (Senkung des Nordpoles um 2°) sei der Globus so gestellt, dass am Westpunkt des Randes 90°, und am Ostpunkt 270° stehen, so wird man auf der Nordseite des Globus am Westrande mit dem Breitenkreis von 60° beiläufig 93° geographische Länge und an dem Ostrande mit dem Breitenwinkel von 60° beiläufig 267° geogr. Längen zusammentreffen sehen, so dass von diesem Parallelkreise nur das Stück 93° bis 267° östl. Länge über dem Rande erhoben ist.

Diese Erklärungen, Bemerkungen und Andeutungen sind den Erörterungen und Anweisungen zur Bestimmung des Ganges der Sonnenfinsterniss auf der Erdoberfläche vorausgeschickt, weil eine genaue Orientirung am Globus, Gestellrand und Messingkreis zum klaren Verständniss des Verlaufes der Erscheinung unerlässlich ist, und weil man den Globus im Allgemeinen zu behandeln verstehen muss, um nicht durch Mangel mechanischer Führung desselben, Schwierigkeiten bei der Auffassung des Ganges der Sonnenfinsterniss da zu finden, wo in der That keine sind.

Einstellung des Globus für die zu ermittelnde Finsterniss.

Bei der Anwendung des Erdglobus zur Aufsuchung des Ganges der Sonnenfinsterniss über die Erdoberfläche hinweg, werden die bei der graphischen Darstellung der allgemeinen Sonnenfinsterniss gegebenen Erörterungen und erhaltenen Resultate als bekannt vorausgesetzt und letztere, so weit erforderlich, benutzt.

Die Sonne wird während der Dauer der Sonnenfinsterniss als stillstehend angenommen. (Die Fortbewegung der Erde in ihrer Bahn ist bei der Bewegung des Mondes in seiner Bahn in Rechnung gebracht worden). Der Mond geht von Westen nach Osten in einer geradlinigen Richtung. (Die Krümmung der Mondbahn wird für diese geringe Strecke ausser Acht gelassen). Die Erde rotirt von Westen nach Osten (um ihre Axe), wobei in jeder Stunde 15 Grade des Aequators unter dem allgemeinen Meridian (Messingkreis) sich hindurchschieben.

Der Globus wird so gestellt, dass der Gestellrand horizontal steht, genau stets eine Hälfte des Globus über der Oberfläche desselben sich befindet, der Messingkreis nahebei von Süden nach Norden gerichtet ist und der Nordpol auf der Nordseite, der Südpol auf der Südseite liegen.

Die über dem Gestellrand befindliche Hälfte des Globus soll während der ganzen Finsternissdauer die Taghalbkugel der Erde, die untere die Nachthalbkugel derselben vorstellen. Es muss daher die Sonne als senkrecht über dem obersten Punkt des Globus, verhältnissmässig weit von ihm entfernt, stehend gedacht werden.

Die Bezeichnung „Projectionskreis" wenden wir auch hier an, und verstehen darunter diejenige Kreisfläche des Globus, welche die erweiterte Oberfläche des Gestellrandes, indem sie den Globus durchschnitte, bilden würde. Der Projectionskreis hat als Mittelpunkt den Mittelpunkt des Globus.

Wir haben drei Kreisscheiben uns vorzustellen, die Erdscheibe, die Mondscheibe und die Sonnenscheibe. Die Grösse der Erdscheibe ist durch den Projectionskreis (den grössten Kreis des Globus) angegeben; denn der Globus repräsentirt die Erde. Die Mondscheibe hat im Durchmesser die Grösse von beiläufig einem Drittheil des Durchmessers der Projectionsscheibe, und beiläufig eben so gross als die Mondscheibe erscheint uns von der Erde aus gesehen die Sonnenscheibe. Wir bilden uns eine Mondscheibe und eine Sonnenscheibe von der angegebenen Grösse.

Die Sonne wird so hoch über dem obersten Punkt des Globus stehend gedacht, dass alle geraden Linien, welche aus dem Mittelpunkt der Sonne zu den verschiedensten Punkten des Globus gerichtet sind, als gleichlaufend erscheinen, und auf dem Projectionskreis senkrecht stehen. Das Auge, welches in irgend einem Punkt der oberen Hälfte des Globus sich befindet und senkrecht aufwärts blickt, sieht in den Mittelpunkt der Sonne und um diesen Mittelpunkt sieht es die Sonnenscheibe von der so eben angegebenen Grösse. Jeder einzelne Beobachter scheint demnach seine Sonne, die Sonne seines Ortes, zu sehen.

Jeder Beobachter auf dem Globus würde der Wirklichkeit entsprechend aufrecht so gestellt stehen müssen, dass eine gerade Linie

von seinen Füssen zu seinem Kopfe den Mittelpunkt des Globus träfe. Hieraus folgt: der Beobachter im obersten Punkt des Globus hat die Sonne in seinem Scheitelpunkt, die Beobachter am Rande desselben (am Gestellrande) sehen die Sonne am Horizont, und zwar am Westrande im Augenblicke des Aufgehens, am Ostrande in dem des Untergehens; die übrigen Beobachter sehen die Sonne desto tiefer am Himmel stehen, je mehr ihre nach der Sonne hin gerichtete Gesichtslinie (die stets senkrecht zu dem Projectionskreise) sich von ihrer Scheitellinie hinwegneigt.

Wir stellen nun den Globus in seinem Gestell durch Drehung des Messingringes so ein, dass auch in der That für die zu erörternde Sonnenfinsterniss die Sonne gerade über dem obersten Punkt des Globus steht. So viel als die Deklination der Sonne (der Abstand der Sonne vom Aequator) zur Zeit der Conjunction beträgt, muss der Nordpol bei nördlicher Deklination über den Gestellrand erhoben, bei südlicher Deklination unter denselben vertieft werden. Es ist dabei immer die Oberfläche des Gestellrandes die Ebene, von welcher aus die Erhöhung und Vertiefung gerechnet wird.

Man stelle den auf dem Globus markirten Punkt „Dresden" unter den allgemeinen Meridian, so erhält man die Stellung der erleuchteten Erdhälfte am Tage der Sonnenfinsterniss Mittags 12^h (oder 0^h) Dresdener wahre Zeit. Der Messingkreis enthält auf der einen Seite eine Gradeintheilung; diese Seite ist die Grenzlinie; sie giebt die Lage des allgemeinen Meridians an. Man kann sich schon jetzt vorläufig in den Stellungen des Globus zu den verschiedenen Stunden dieses Tages üben. Man lässt stets 15 Grad des Aequators unter dem Messingkreis hinweg rotiren um 1 Stunde Zeitunterschied zu erhalten, und zwar nach Westen hin für frühere Zeit, nach Osten hin für spätere Zeit. Man sieht hierbei namentlich auch auf die Oerter, welche am Westrande des Globus in Tagseite, am Ostrande in die Nachtseite eintreten. Man orientirt sich in den Stellungen des Globus für die Zeit der Dauer der Sonnenfinsterniss.

Senkrecht über jedem Punkt des Projectionskreises erscheint dem daselbst befindlichen Beobachter ein Mittelpunkt der Sonnenscheibe, welche die oben angegebene verhältnissmässige scheinbare Grösse hat. Die am Rande des Projectionskreises den Mittelpunkten

zugehörigen Sonnenscheiben ragen über den Projectionskreis hinaus. Ein Auge an einem Orte des Globus, welcher bei der Rotirung desselben sich genau bis zur Ebene des Projectionskreises erhoben hat, sieht den Mittelpunkt der Sonne; kurze Zeit vorher sieht es nur den westlichen Rand derselben, und kurze Zeit nachher sieht es die Sonne ganz, bis zum östlichen Rande. Aehnlich nur mit umgekehrtem Erfolg ist der Anblick bei dem Uebergang eines Ortes von der Tagseite in die Nachtseite des Globus; kurze Zeit vor dem Eintritt in die Ebene des Projectionskreises sieht hierbei das Auge den Westrand der Sonne verschwinden, bei dem Eintritt in diese Ebene selbst sieht es die Sonne noch bis zu ihrem Mittelpunkte, und bald nachher bedeckt der Globus (die Erde) ihm auch die Ostseite der Sonnenscheibe bis endlich zum Ostrande.

Die Lage der Mondbahn in Bezug auf den Projectionskreis und mithin auch in Bezug auf den Globus haben wir bereits bei der Betrachtung der allgemeinen Sonnenfinsterniss ermittelt. Wir bildeten zunächst die Lage derselben gegen die Ekliptik und leiteten daraus ihre Lage gegen den Aequator ab. Die Mondbahn tritt an einem bereits bestimmten, durch einen Breitenwinkel angegebenen, Punkt in den Projectionskreis ein, an einem anderen ebenfalls bestimmten, durch einen Breitenwinkel angegebenen, Punkt aus dem Projectionskreise aus. Diese Punkte markiren wir am Gestellrande; wir stecken an jedem Punkte einen senkrecht gestellten Stift ein, welcher höher ist als der Globus, und befestigen oben an den Stiften ein Lineal so, dass die eine Kante desselben genau senkrecht über der im Projectionskreis angegebenen Mondbahnprojection hinweggeht. Wir erhalten diese sogleich, indem wir von der gewählten Kante aus, den Eintrittspunkt am Westrande und den Austrittspunkt am Ostrande einpendeln (durch die Spitze eines von der Kante des Lineals herabgelassenen Pendels aufsuchen). Man kann nun in der Einrichtung der Stifte Abänderungen zur Bequemlichkeit treffen; es handelt sich nämlich nur darum, dass die Kante des Lineals genau die über dem Globus hinweggehende Mondbahn repräsentirt. Wir pendeln also den Eintrittspunkt in den Projectionskreis und den Austrittspunkt aus demselben mit Hilfe der am Rande des Gestells angegebenen Grade und der bei der Betrachtung der allgemeinen

Sonnenfinsterniss gefundenen Breitenwinkel genau ein. Die Spitze des Pendels berührt am Globus den Rand desselben im Westen oder im Osten, (bei dem Anfangspunkt oder Endpunkt der centralen Finsterniss, der Sehne des kleineren Projectionskreises). Der Faden des Pendels giebt hierbei am Lineal die entsprechenden Punkte der Stellungen des Mondmittelpunktes in seiner Bahn für Anfang und Ende der centralen Finsterniss.

Wir markiren diese beiden Punkte am Lineal, und schreiben bei dem Anfangspunkt die Zeit an, wann die centrale Sonnenfinsterniss beginnt, und bei dem Endpunkt diejenige Zeit, wann die centrale Sonnenfinsterniss endigt. Diese Dauer wird durch eine Linienlänge (am Lineal) dargestellt, wie wir schon früher Zeitlängen durch Linienlängen veranschaulicht haben.

A. Die Linie der centralen Finsterniss.

Da die Fortschreitung des Mondmittelpunktes während dieser Dauer gleichmässig vom Anfangspunkt bis zum Endpunkt geschieht, und diese Dauer eine bestimmte Anzahl von Minuten währt, so theilen wir die Länge am Lineal, markiren vom Anfangspunkt bis zum Endpunkt so viele gleiche Theile, als wie viel Minuten die centrale Finsterniss währt. Wir sind nun im Stande den Gang des Mondmittelpunktes von Minute zu Minute zü verfolgen, und können bei jeder Minute vom Mittelpunkte des Mondes auf den Globus hinabpendeln um zu sehen, auf welchen Punkt des Globus die Pendelspitze treffe, d. h., welcher Ort des Globus den Mondmittelpunkt, (so wie auch den Sonnenmittelpunkt) gerade über sich habe, so lass in ihm centrale Sonnenfinsterniss stattfindet.

Wir dürfen aber hierbei nicht vergessen, den Globus jedesmal der Zeit entsprechend einzustellen. Der Mond tritt in seiner Bahn zu irgend einer Zeit in den Anfangspunkt der centralen Finsterniss. Diese Zeit sei nach Dresdener Uhr angegeben. Wir stellen nun zunächst den Globus auf diesen Zeitpunkt nach Dresdener Uhr ein. Wir stellen Dresden unter den allgemeinen Meridian also auf Mittag 12 Uhr und lassen dann den Globus hinreichend nach Westen oder Osten rotiren, je nachdem der betreffende Zeitpunkt Vormittag oder Nachmittag liegt; auf eine Zeitminute kommen hierbei 15 Bogenminuten

(¼ Grad des Aequators). Nun pendeln wir vom Standpunkt des Mondmittelpunktes zu dieser Zeit, d. i. vom Anfangspunkt unserer auf dem Lineal eingetheilten Linie auf den Globus hinab. Die Pendelspitze berührt einen Ort des Globus, dieser hat centrale Sonnenfinsterniss bei Sonnenaufgang. Wir lassen die Erde ¼ Grad weiter rotiren nach Osten, und pendeln nun von dem Ort, wo sich der Mondmittelpunkt in der folgenden Minute befindet, auf den Globus hinab. Der Ort, welcher von der Pendelspitze getroffen wird, hat jetzt centrale Sonnenfinsterniss, so gehen wir immer weiter bis zum markirten Endpunkt der auf dem Lineal abgemessenen Strecke der centralen Sonnenfinsterniss. Indem wir hier, nach richtig bestimmter Stellung des Globus, auf diesen hinabpendeln, berührt die Pendelspitze den Ort, an welchem man centrale Finsterniss bei Sonnenuntergang sieht. Während wir so allmählig weiter gingen, so wohl mit der Fortschreitung des Mondmittelpunktes als auch mit der Rotirung des Globus, gelangten wir zu einem Ort, bei welchem die Pendelspitze oder der Pendelfaden dicht am Messingkreis, da wo die Grade angeschrieben sind (am allgemeinen Meridian), hinabging. Dieser Ort hat in diesem Augenblick seinen Mittag, und auch zugleich centrale Sonnenfinsterniss, wir ersehen also dadurch, zu welcher Dresdener Zeit, und an welchem Orte der Erde centrale Finsterniss am Mittage stattfindet.

In ähnlicher Weise suchen wir die Oerter der Erde, wo zur Zeit der Conjunction und zur Zeit der Mitte der Finsterniss die centrale Sonnenfinsterniss erblickt wird. Diese Zeiten sind uns bereits bekannt und ihnen entsprechend stellen wir Mond und Globus und pendeln dann ab. Diese Oerter des Globus, welche wir allmählig mittels des Pendels (der Pendelspitze) gefunden, können wir nun leicht durch ihre geographische Länge und Breite anzeigen, und auf einer Karte eintragen; so erhalten wir den Gang der centralen Sonnenfinsterniss auf einer Landkarte dargestellt. Die geographischen Längen lesen wir mittels der Meridiane am Aequator ab, die geographische Breite mittels der Parallelkreise am ersten Meridian. Man hat nun aber nicht nöthig von Minute zu Minute das Abpendeln auszuführen, es reicht hin, wenn man von 10 Minuten zu 10 Minuten der auf dem Lineale eingetheilten Mondbahn dies

vornimmt; natürlich muss man da auch stets den Globus 10 Zeitminuten, d. i. 2½ Grad ostwärts rotiren lassen.

B. Die Linie der sechszolligen Finsterniss.

Man schneide aus Pappe eine Mondscheibe genau nach der oben angegebenen Grösse (beiläufig ein Drittheil des Radius des Projectionskreises ist der Radius derselben), lege diese Scheibe auf das Lineal (also parallel zum Projectionskreis) und zwar den Mittelpunkt auf die Kante an irgend einer Stelle derselben, und stelle den Globus so wie er stehen muss, wenn der Mondmittelpunkt an dieser Stelle ist. Nun pendele man ringsherum am Rande dieser Scheibe auf den Globus hinab, so erhält man lauter solche Oerter, wo Mondrand und Mittelpunkt der Sonne zu dieser Zeit in einer und derselben Richtung erscheinen. Der Mond bedeckt den Beobachtern an diesen Oertern zu dieser Zeit die Sonne bis zum Mittelpunkt derselben; der halbe Sonnendurchmesser erscheint ihnen bedeckt, sie haben sechszollige Finsterniss. Auf diese Weise kann man für jede Zeitminute während der Dauer der centralen Finsterniss ermitteln, wo gerade sechszollige Sonnenfinsterniss statthabe.

Wir hatten bis jetzt den Gang des Mondes nur während der Dauer der centralen Finsterniss auf dem Lineal von Minute zu Minute markirt. Wir setzen nun die Bezeichnungen dieser Minutenörter auf dem Linial zu beiden Seiten so weit fort, bis wir zu den Zeiten des Anfanges und Endes der Finsterniss auf der Erde überhaupt gelangt sind.

Die centrale Finsterniss erhält durch diese Zusätze keine Erweiterung, ihre Grenzen und ihr Verlauf sind bereits angegeben.

Die partiellen Finsternisse hingegen erhalten dadurch eine Erweiterung, und man muss vom Anfang der Finsterniss im Allgemeinen an von Minute zu Minute einpendeln, nachdem man stets vorher den Globus der Zeit entsprechend eingestellt hat.

Wenn man nun diejenigen Oerter, in welchen die Finsterniss überhaupt nicht grösser als sechszollig erscheint, auf einer Karte einträgt, so erhält man in der Verbindungslinie dieser Oerter die Linie, durch welche die Grenze der sechszolligen Sonnenfinsterniss angezeigt wird.

C. Die Linie der Grenze der Finsterniss überhaupt.

Man schneide eine Pappscheibe, deren Halbmesser genau so gross ist als die Summe von Mond- und Sonnenhalbmesser (ungefähr zwei Drittheil des Radius des Projectionskreises). Den Mittelpunkt derselben lege man auf irgend einen Punkt der Kante des Lineals, und sie selbst parallel zur Projectionsebene. Den Globus stelle man für die Zeit ein, wenn der Mondmittelpunkt da steht, wo der Mittelpunkt der Pappscheibe aufgesetzt ist. Hierauf pendele man ringsherum am Rande der Pappscheibe auf den Globus hinab. Die Pendelspitze wird lauter solche Oerter treffen, an welchen zu dieser Zeit Sonnenrand und Mondrand einander berühren, sei es, dass die daselbst befindlichen Beobachter hierbei Anfang oder Ende der Finsterniss, sei es auch dass dieselben nur diesen einzigen Berührungspunkt zwischen Sonnenrand und Mondrand wahrnehmen. Ueber jedem solchen eingependelten Punkt steht senkrecht zur Projectionsebene der Mittelpunkt der Sonne für den Beobachter daselbst und der Mondmittelpunkt erscheint davon so weit entfernt, als die Strecke vom Rande der Pappscheibe bis zum Mittelpunkt derselben ist; es ist diese Strecke aber der Summe von Sonnenradius und Mondradius gleich, folglich wird daselbst Randberührung gesehen werden. Man pendele vom Anfange der Finsterniss an von Minute zu Minute ab, nachdem man stets vorher den Globus der Zeit entsprechend eingestellt hat.

Auf diese Weise finden wir auch eine Reihe von Oertern auf der Erde, welche während der Dauer der Verfinsterung überhaupt zu den auf einander folgenden Zeitminuten die Sonnenfinsterniss nur als Randberührung erblicken. Wir tragen diese Oerter nach geographischer Länge und Breite auf einer Karte ein und erhalten dadurch die Grenze der Sonnenfinsterniss auf der Erde überhaupt.

Es lassen sich in ähnlicher Weise die Grenzen der verschiedenzolligen Finsternisse ermitteln; man beobachtet hierbei genau das hier angegebene Verfahren, nachdem man stets die Pappscheibe, deren Mittelpunkt auf der Kante des Lineals allmählig fortgerückt wird, entsprechend gross gebildet hat. Für einzollige Finsterniss ist der Radius zur Bildung der Pappscheibe gleich der Summe aus Mondradius und fünf Sechstel Sonnenradius zu nehmen, für zwei-

ige gleich der Summe aus Mondradius und vier Sechstel Sonnenus u. s. w. Für siebenzollige ist derselbe gleich der Differenz Mondradius weniger ein Sechstel Sonnenradius, für achtzollige ch der Differenz von Mondradius weniger zwei Sechstel Sonnenius u. s. w., für zwölfzollige ist derselbe gleich der Differenz von ıdradius weniger Sonnenradius, wobei eine ringförmige Finsterniss steht, wenn die Differenz negativ ist, d. i. wenn der Sonnenradius sser ist als der Mondradius.

Abkürzungen in der Ausführung dieser Vorschriften findet man besten durch die Uebung, z. B. die in den meisten Fällen anıdbare Abkürzung, dass man nicht von Minute zu Minute, sondern 10 Minuten zu 10 Minuten abpendelt, und die erhaltenen Oerter ch gerade Linien verbindet u. s. w.

Bei der speciellen Beschreibung der Sonnenfinsterniss, welche Capitel: „Die Sonnen- und Mondfinsternisse im gegenwärtigen re" enthalten sein wird, werden Verlauf und Grenzen der Finrniss für verschiedene Grössen derselben so angegeben werden, ıs man die nach dem hier angezeigten Verfahren erhaltenen sultate mit jenen Angaben vergleichen kann.

Cap. VIII.

Berechnung der Sonnenfinsterniss für einen gegebenen Ort.

Wir wählen hier die auf der Seite 105 angenommenen Bezeichnungen und fügen noch hinzu:

r = Entfernung des Mondmittelpunktes vom Erdmittelpunkt,

φ = Polhöhe des gegebenen Ortes,

s = Stundenwinkel,

R = Entfernung des Beobachters vom Mittelpunkt der Erde.

Man berechne:

$$x = r\,[\sin. d \,.\, \sin. \delta + \cos. d \,.\, \cos. \delta \,.\, \cos. (a - \alpha)]$$
$$y = r \,.\, \cos. d \,.\, \sin. (a - \alpha)$$
$$z = r\,[\sin. d \,.\, \cos. \delta - \cos. d \,.\, \sin. \delta \cos. (a - \alpha)]$$

$$X = R\,(\sin. \varphi \,.\, \sin. \delta + \cos. \varphi \,.\, \cos. \delta \,.\, \cos. s)$$
$$Y = R \,.\, \cos. \varphi \,.\, \sin. s$$
$$Z = R\,(\sin. \varphi \,.\, \cos. \delta - \cos. \varphi \,.\, \sin. \delta \,.\, \cos. s).$$

Für $r = 1$

$$v = \frac{Y\,(\sin. p - x \,.\, \sin. \pi)}{\sin. p - X \sin. \pi}$$
$$\zeta = \frac{Z\,(\sin p - x \sin. \pi)}{\sin. p - X \sin. \pi}$$
$$\Delta^2 = (y - v)^2 + (z - \zeta)^2$$

Δ ist hierin die gerade Linie, welche den Mittelpunkt der Sonne mit dem aus der Erde gesehenen Mittelpunkt des Mondes verbindet.

Setzt man (bei $a - \alpha$ und $d - \delta$ sehr klein)

$$\text{tang.}\, \psi = \frac{(a - \alpha) \cos. \delta - \left(\frac{p - \pi}{p}\right) Y.}{(d - \delta) + \frac{1}{4} (a - \alpha)^2 \sin 2\, \delta - \left(\frac{(p - \pi)}{p}\right) Z}$$

ist

$$\varDelta = \frac{(a - \alpha) \,.\, \cos. \delta - \left(\frac{p - \pi}{p}\right) .\, Y}{\sin. \psi}$$

Man hat stets a d α und δ der Zeit entsprechend anzusetzen.

Der Winkel, unter welchem ein Beobachter zu einer gegebenen
it jene Linie sieht, wird gefunden nach

$$\varDelta_{,} = \frac{\varDelta}{x - X} \text{ oder nahe } = \frac{\varDelta}{1 - X}$$

Die Zeit, zu welcher die scheinbare Entfernung $\varDelta_{,}$ stattfindet,
hält man, wenn man in einer der beiden für $\varDelta$ aufgestellten
leichungen

$$\varDelta = m \pm \mu\, (1 - X)$$

tzt. Man findet durch zwei genäherte willkürlich angenommene
iten diejenige, welche dieser Bedingungsgleichung entspricht.

Wenn die Deklination der Sonne und des Mondes zur Zeit t
r wahren Conjunction in Rectascension durch δ und d bezeichnet
ird, so erhält man die scheinbare Distanz $\varDelta'$ der Mittelpunkte für
e Zeit $t + t_{,}$ nach den Gleichungen

$$\text{tang.}\, \psi = \frac{t' \,(da - d\alpha) \cos. \delta - \left(\frac{p - \pi}{p}\right) Y}{(d - \delta) + t' \,(dd - d\delta) - \left(\frac{p - \pi}{p}\right) Z}$$

ıd

$$\varDelta' = \frac{t' \,(da - d\alpha) \,.\, \cos. \delta - \frac{p - \pi}{p} \,.\, Y}{(1 - X) \sin. \psi}$$

Man berechnet aus der Zeit t der wahren Conjunction in Rect-
ension die Zeit $t + t''$ der scheinbaren Conjunction in Rectas-
asion und die Differenz D der scheinbaren Deklinationen für diese
it, $t + t''$, nach den Gleichungen

$$\gamma = \frac{360}{\text{tägl. Revol. } \odot \text{ in mit. Zeit}}$$

$$\gamma t'' = \text{die Zeit } t'' \text{ in Bog.}$$

$$t'' = \frac{(p - \pi) \cos. \varphi \,.\, \sin (s + \gamma t'')}{(da - d\alpha) \cos. \delta}$$

Diese Gleichung ist durch die Näherungsmethode zu lösen und in ihr bezeichnet s den Stundenwinkel für die Zeit t. Zur Zeit $t + t''$ ist

$$D = d - \delta + t'' (dd - d\delta)$$
$$- (p - \pi) [\sin. \varphi \cos. \delta - \cos. \varphi \sin. \delta \cos. (s + \gamma t'')]$$

Die Neigung n der scheinbaren Bahn des Mondes gegen den Aequator, die kürzeste Distanz e, die Zeit der Mitte der Finsterniss und die Grösse derselben findet man aus $t + t''$ und D nach folgenden Gleichungen:

$$ds = \gamma \,.\, \sin. 1''$$
$$d\,Y = p \,.\, ds \cos. \varphi \,.\, \cos. s$$
$$d\,Z = p \,.\, ds \cos. \varphi \,.\, \sin. \delta \,.\, \sin. s$$
$$F = (da - d\alpha) \cos. \delta - dY$$
$$g = (dd - d\delta) - dZ$$
$$\text{tg. } n = \frac{g}{F}$$
$$e = D \,.\, \cos. n$$

Zeit der Mitte der Finsterniss $= t + t'' + \frac{D}{F} \sin. n \,.\, \cos. n.$

Grösse in Zollen $= \frac{6}{\mu} \left(\mu + \frac{r - g \,.\, \cos. n}{1 - X} \right)$

Die Zeit T des Anfanges und des Endes der Finsterniss ergiebt sich nach:

$$T = t + t'' \pm \frac{\varDelta' \,.\, \sin. (\psi - n)}{F}$$

Hierin ist $\cos. \psi = \frac{D}{\varDelta'}$ und es giebt zunächst T die Zeit für die beliebig gewählte scheinbare Distanz $\varDelta'$ an, und setzt man $\varDelta' = \mu + \frac{m}{1 - X}$ so erhält man nach der Formel Anfang und Ende.

Der Berührungspunkt von Sonnen- und Mondrand für Anfang und Ende wird berechnet nach den Gleichungen:

$$tg.\ v = \frac{\cos.\ \varphi\ .\ \sin.\ s}{Z}\ .\ \sin.\ p$$

›rin s der Stundenwinkel der Sonne für Anfangs- oder End-Zeit, ıd v der Winkel des Deklinationskreises mit dem Vertikalkreise ›r Sonne ist.

$$\cos.\ u = \frac{(d - \delta) + (dd - d\delta)\ \vartheta - Z}{\varDelta}$$

ɔrin ϑ die Zeit zwischen der wahren Conjunction und dem Anfange ler dem Ende der Finsterniss, $\varDelta' = \mu + \frac{m}{1 - X}$ und u der Winl des Deklinationskreises der Sonne mit der Verbindungs-Linie r Mittelpunkte, folglich $u - v$ der Winkel ist, welchen bei der ındberührung die Verbindungs-Linie der Mittelpunkte mit dem ɜrtikalkreise bildet.

Cap. IX.

ɐrechnung des Ganges der Verfinsterung auf der Erde.

Die Einheit sei r . sin. 1″. Die Bezeichnungen sind die auf n Seiten 105 und 148 gebrauchten.

$$x = \frac{\sin.\ d\ .\ \sin.\ \delta + \cos.\ d\ .\ \cos.\ \delta\ \cos.\ (a - \alpha)}{\sin.\ 1''}$$

$$y = \frac{\cos.\ d\ .\ \sin.\ (a - \alpha)}{\sin.\ 1''}$$

$$z = \frac{\sin.\ d\ .\ \cos.\ \delta - \cos.\ d\ .\ \sin.\ \delta\ .\ \cos.\ (a - \alpha)}{\sin.\ 1''}$$

$$X = p\ (\sin.\ \varphi\ .\ \sin.\ \delta + \cos.\ \varphi\ .\ \cos.\ \delta\ .\ \cos.\ s$$

$$Y = p\ .\ \cos.\ \varphi\ .\ \sin.\ s$$

$$Z = p\ (\sin\ \varphi\ .\ \cos.\ \delta - \cos.\ \varphi\ .\ \sin.\ \delta\ .\ \cos.\ s)$$

Man berechne die Coordinaten y und z von Stunde zu Stunde der Verfinsterung.

Es seien $y\,z$ und $y'\,z'$ aufeinanderfolgende Coordinaten, n die Neigung der Projection der Mondbahn gegen die Projection des Aequators und p' der Werth von y für $x = 0$, so ist

$$\text{tg. } n = \frac{z' - z}{y' - y}$$

$$p' = z - y\,.\,\text{tg. } n.$$

Wenn Polhöhe φ und Zeit s eines Ortes und für diese Zeit die Distanz $\varDelta$ gegeben sind, so findet man die geographische Länge nach:

$$y = Y + \varDelta\,.\,\cos.\,(h + n)$$

$$z = Z + \varDelta\,.\,\sin.\,(h + n)$$

worin

$$\sin.\,h = \frac{(p' - Z)\cos.\,n + Y\sin.\,n}{\varDelta}$$

Diese Coordinaten vergleicht man in Bezug auf Zeit mit früher gefundenen, und aus dem Zeitunterschiede entnimmt man sodann die geographische Länge.

Hierbei ist noch zu beachten:

Wenn sin. h pos. ist, so liegt h im ersten oder zweiten Quadranten, jenachdem $\varDelta$ zu- oder abnimmt, und

wenn sin. h neg. ist, so liegt h im dritten oder vierten Quadranten, jenachdem $\varDelta$ ab- oder zunimmt.

Setzt man hierin $\varDelta = \mu + \frac{m'}{x - X}$ so erhält man Anfang und Ende der Finsterniss des Ortes.

Nimmt man s' als grössten Stundenwinkel des Ortes an nach der Gleichung

$$\cos.\,s = -\,\text{tg. } \varphi\,.\,\text{tg. } \delta$$

so erhält man nach obiger Gleichung Anfang und Ende der Finsterniss beim Aufgang und Untergang der Sonne an dem Orte.

Die grösste Phase der Finsterniss an diesem Orte ermittelt man nach den Gleichungen

$$y = Y - \varDelta\sin.\,n$$

$$z = Z + \varDelta\cos.\,n$$

worin

$$\varDelta = (p' - Z)\cos.\,n + Y\sin.\,n.$$

Setzt man hierin

$$\varDelta = \mu \pm \frac{m}{x - X}$$

erhält man die Qerter für äussere oder innere Randberührung.

Für centrale Finsterniss zur gegebenen Zeit ist

$$\varDelta = o; \text{ also } y = Y \text{ und } z = Z.$$

Um für die gegebene Zeit eines Ortes, z. B. von Paris, den-nigen Ort der Erde zu suchen, welcher irgend eine Distanz als rösste Phase sieht, bestimmt man dessen geographische Breite und änge durch:

$$Y'' = \frac{(a - \alpha) \cos. d \pm \varDelta \,.\, \sin. n}{p}$$

$$Z'' = \frac{d - \delta + \varDelta \,.\, \cos. n}{p \,.\, \cos. \delta}$$

$$\sin. \varphi = Z'' \cos.^2 \delta + \sin. \delta \sqrt{1 - Y''^2 - Z''^2 \cos.^2 \delta}$$

$$\sin. s = \frac{Y''}{\cos. \varphi}$$

In φ erhält man die geographische Breite und aus s findet man cht die geographische Länge des gesuchten Ortes.

Derjenige Ort der Erde, welcher Anfang oder Ende der Finster-ss unter allen zuerst oder zuletzt sieht, wird gefunden durch die eichungen:

$$\sin. h = \frac{p' \cos. n}{p - \pi + \mu + m'}$$

$$y = (p - \pi + \mu + m') \cos. (h + n)$$

$$z = (p - \pi + \mu + m') \sin. (h + n)$$

Hierdurch findet man die Zeit des allgemeinen Anfanges und ıdes der Finsterniss; ferner

$$\sin. \varphi = \sin. (h + n) \,.\, \cos. \delta$$

$$\cos. s = - \operatorname{tg}. \varphi \,.\, \operatorname{tg}. \delta.$$

In φ erhält man die geographische Breite und aus s berechnet an leicht die Länge des gesuchten Ortes.

Um denjenigen Ort der Erde zu finden, welcher Anfang oder ıde der centralen Finsterniss unter allen zuerst oder zuletzt sieht, tzt man in den unmittelbar vorhergehenden Gleichungen

statt $p - \pi + \mu + m'$ nur $p - \pi$.

Cap. X.

Berechnung des Anfanges, Endes, der Eintritts- und Austrittsstelle am Sonnenrand und Grösse der Finsterniss für einzelne Oerter und des Anfanges und Endes derselben für eine Reihe von Oertern auf der Erde.

Um Anfang, Ende und Grösse der Finsterniss für einen Ort durch Rechnung zu ermitteln, berechnet man für jede Sonnenfinsterniss besonders eine Tabelle und einige Constanten und benutzt beides bei der Anwendung gewisser für alle Sonnenfinsternisse gültigen Formeln. Man geht dabei von der Conjunctionszeit aus und berechnet eine erste Näherung für Anfang und Ende; dann führt man noch zwei besondere Berechnungen aus, welchen man die bereits für Anfang und Ende gefundenen ersten Näherungswerthe zu Grunde legt.

Wenn für einen Ort Anfang und Ende der Verfinsterung bereits berechnet oder durch Zeichnung ermittelt worden sind, so benutzt man zur Berechnung für andere Oerter jene Resultate. Im Berliner Jahrbuch findet man Tabelle, Constanten und Formeln für die aus irgendwelchem Grunde in Europa bemerkenswerthen Sonnenfinsternisse angegeben, und die Zeiten des Anfanges und Endes der Finsterniss für Berlin bereits berechnet. Es sollen daher in diesem Capitel diese Berechnungen benutzt und mit Anwendung derselben für andere Oerter Anfang, Ende und Grösse der Finsterniss bestimmt werden.

Die Tabelle.

Ein einfaches Verfahren diese Hilfstabelle nahe richtig zu berechnen giebt *G. A. Jahn* in seiner „Praktischen Astronomie" an. Es bezeichne T^h die Stunde nahe der Conjunction, $(T - 1)^h$ die Stunde vorher, $(T + 1)^h$ die Stunde nachher u. s. w., α, δ, π die Rectascension, Deklination und Parallaxe des Mondes, A und D die Rectascension und Deklination der Sonne: Man bestimme für die Zeiten $(T - 1)^h$, $(T + 1)^h$ die Grössen P und Q mittelst der Gleichungen:

$$P = \frac{\cos. \delta \,.\, \sin. (\alpha - A)}{\sin. \pi}$$

$$Q = \frac{\sin. \delta \,.\, \cos. D - \cos. \delta \,.\, \sin. D \,.\, \cos. (\alpha - A)}{\sin. \pi}$$

und bilde hierauf für P sowohl als auch für Q das Schema

$$\begin{array}{l|lll} (T - 1)^h & a_, & & \\ & & b_, & \\ T^h & a & & c; \\ & & b' & \\ (T + 1)^h & a' & & \end{array} \qquad b = \tfrac{1}{2}(b_, + b')$$

so wie für jede der beiden Grössen p', q' ebenfalls das Schema

$$\begin{array}{l|l} (T - 1)^h & b - \tfrac{1}{2}c \\ T^h & b \\ (T + 1)^h & b + \tfrac{1}{2}c \end{array}$$

wo p' und q' nämlich die Veränderungen der mit p und q zu bezeichnenden Werthe von P und Q zur Zeit T in der Zeit T' sind, so dass, wenn die Werthe von P und Q zur Zeit $T + T'$ selbst mit P, Q bezeichnet werden, man hat:

$$P = p + p'T'; \quad Q = q + q'T';$$

zuletzt bestimme man die Grössen T' durch die Gleichung

$$T' = t - T - d,$$

wo t die in mittlerer Zeit ausgedrückte Uhrzeit des Beobachtungsortes, d aber den beiläufigen Mittagsunterschied bezeichnet. T' berechne man in Stunden und deren Decimaltheilen, die Werthe von p' und q' hingegen, welche zu der Zeit $T + T'$ gehören, durch Interpolation aus dem für $p'q'$ so eben gegebenen Schema."

Tabelle für die Sonnenfinsterniss, 1858 März 14. u. 15. (Nach d. Berl. J.-B

Berl. w. Z. T.	h.	m.	p	q	p'	q'
14. Mrz.	22	50	— 2,3107	+ 0,0611	+ 0,8729	+ 0,4841
	23	0	2,1652	0,1418		
15.	0	0	1,2916	0,6263	0,8739	0,4847
	1	0	0,4172	1,1112	0,8746	0,4851
	1	20	— 0,1256	1,2730		
	1	30	+ 0,0203	1,3539		
	2	0	0,4580	1,5966	0,8756	0,4855
	3	0	1,3340	2,0825	0,8762	0,4861
	3	30	1,7722	2,3256	0,8765	0,4864

Die Constanten.

$c_1 = \frac{☾\pi - ☉\pi}{☉R + ☾R};$ $\quad c_2 = c_1 \,.\, \cos.\, \delta;$

$c_3 = c_1 \,.\, \sin.\, \delta;$ $\quad c_4 = 0{,}262 \,.\, c_1$

$c_5 = c_4 \,.\, \sin.\, \delta.$ $\quad$ [δ = Deklination der Sonne].

1858 Mrz. 14. 15.

$c_1 = + 1{,}8176;$ $c_2 = + 1{,}8163;$ $c_3 = + 0{,}0675;$

$c_4 = + 0{,}4759;$ $c_5 = - 0{,}0177.$

Die Formeln.

Es bezeichne

h . . . wahre Berl. Zeit für Anfang oder Ende der Verfinsterung,

l . . . Abstand des betreffenden Ortes von Berlin in Länge, östlich +, westlich —.

φ . . . Polhöhe des betreffenden Ortes,

φ' . . . verbesserte Breite des betreffenden Ortes (Tabelle IV.)

Man setze:

$$u = + c_1 \,.\, \cos.\, \varphi' \sin.\, (h + l)$$
$$v = + c_2 \,.\, \sin.\, \varphi' + c_3 \,.\, \varphi' \cos.\, (h + l)$$
$$u' = + c_4 \cos.\, \varphi' \,.\, \cos.\, (h + l)$$
$$v' = - c_5 \cos.\, \varphi' \,.\, \sin.\, (h + l)$$

Es seien für die Zeit h des Anfanges oder des Endes der Verfinsterung in Berlin die zugehörigen aus der Tabelle entnommenen Werthe p, q, p' und q':

$$m \,.\, \sin.\, M = p - u; \qquad n \,.\, \sin.\, N = p' - u'$$
$$m \,.\, \cos.\, M = q - v; \qquad n \,.\, \cos.\, N = q' - v'$$
$$\cos.\, \psi = m \,.\, \sin.\, (M - N)$$

In diesen Formeln werden m und n immer positiv und ψ immer kleiner als 180° und ebenfalls positiv genommen.

In wahrer Zeit des betreffenden Ortes, die Stunde als Einheit gerechnet, erhält man:

für den Anfang

$$t = h + l - \frac{m}{n} \cos.\, (M - N) - \frac{\sin.\, \psi}{n}$$

für das Ende

$$t = h + l - \frac{m}{n} \,.\, \cos.\, (M - N) + \frac{\sin.\, \psi}{n}$$

Man lege durch den Sonnenmittelpunkt den Stundenkreis, und durch den ersten und letzten Berührungspunkt einen Sonnenradius; nach dem durch Stundenkreis des Sonnenmittelpunktes und Sonnenradius gebildeten Winkel bestimmt man Eintritts- und Austrittspunkt des Mondes in die und aus der Sonnenscheibe.

Für den Eintritt ist dieser Winkel

$$Q = 90^0 + N + \psi;$$

und für den Austritt

$$Q = 90^0 + N - \psi.$$

Dieser Winkel wird von Norden durch Osten bis 360° gezählt.

Die Grösse der Finsterniss findet man annähernd

für ψ kleiner als 90°

$$G = \frac{☾R}{\odot R} \,.\, 24 \,.\left(\sin.\, \frac{\psi}{2}\right)^2$$

für ψ grösser als 90°

$$G = \frac{☾R}{\odot R} \,.\, 24 \left(\cos.\, \frac{\psi}{2}\right)^2$$

Sonnenfinsterniss 1858 Mrz. 15.

Dresden. Anfang.

Berlin. Anfang. $h = 0^h\,43^m{,}6$ Dresden $\varphi = 51^0\;\; 3'\,21'',5$

Dresden. $l = \;\; 1^m{,}4$ $\varphi' = 50^0\; 52'\;\; 6$

$$h + l = 0^h\,45^m = 11^0\;\; 15' \text{ in Bog.}$$

$u = 1,8176 \,.\, \cos.\ 50^0\ 52',1 \,.\, \sin\ 11^0\ 15';$
$v = 1,8163 \,.\, \sin.\ 50^0\ 52',1 \,.\, + 0,0675 \,.\, \cos.\ 50^0\ 52',1 \,.\, \cos.\ 11^0\ 15';$
$u' = 0,4759 \,.\, \cos.\ 50^0\ 52',1 \,.\, \cos.\ 11^0\ 15';$
$v' = -\ 0,0177 \,.\, \cos.\ 50^0\ 52',1 \,.\, \sin.\ 11^0\ 15';$

$u = +\ 0,2238 \qquad u' = +\ 0,2946$
$v = +\ 1,4507 \qquad v' = -\ 0,0022$

$p = -\ 0,6563 \qquad q = +\ 0,9786$
$u = +\ 0,2238 \qquad v = +\ 1,4507$
$p - u = -\ 0,8801 \qquad q - v = -\ 0,4721$
$p' = +\ 0,8746 \qquad q' = +\ 0,4851$
$u' = +\ 0,2946 \qquad v' = -\ 0,0022$
$p' - u' = +\ 0,5800 \qquad q' - v' = +\ 0,4873$

$$\text{tg. } M = \frac{-\ 0,8801}{-\ 0,4721} \qquad \text{tg. } N = \frac{+\ 0,5800}{+\ 0,4873}$$

$M = 241^0\ 47',4 \qquad N = 49^0\ 57',8$

$$m = \frac{0,8801}{\sin.\ 241^0\ 47',4} \qquad n = \frac{0,5800}{\sin.\ 49^0\ 57',8}$$

$m = 0,9987; \qquad n = 0,7575$

$M - N = 191^0\ 49',6; \qquad \cos.\ \psi = 0,9987 \,.\, \sin.\ 191^0\ 49',6$
$\psi = 101^0\ 48',7$

$$t = 0^h\ 43^m,6 + 1^m,4 - \frac{0,9987}{0,7575} \,.\, \cos.\ 191^0\ 49,6 - \frac{\sin.\ 101^0\ 48',7}{0,7575}$$

$t = 0^h\ 43^m,6 + 1^m,4 + 1^h\ 17^m,4 - 1^h\ 17^m,5;$
$t = 0^h\ 44^m,9;$
$Q = 90^0 + 49^0\ 57',8 + 101^0\ 48',7$
$Q = 241^0\ 46',5$
$G = 23,8 \,.\, (\cos.\ 50^0\ 54',4)^2$
$G = 9,5$ Zoll.

Dresden. Ende.

Berlin. Ende. $h = 3^h\ 12^m,9$
Dresden. $l = 1^m,4$
$h + l = 3^h\ 14^m,3 = 48^0\ 34,5$ in Bog.

$u = 1,8176 \,.\, \cos.\ 50^0\ 52',1 \,.\, \sin.\ 48^0\ 34',5;$
$v = 1,8163 \,.\, \sin.\ 50^0\ 52',1 + 0,0675 \,.\, \cos.\ 50^0\ 52',1 \,.\, \cos.\ 48^0\ 34',5;$
$u' = 0,4759 \,.\, \cos.\ 50^0\ 52',1 \,.\, \cos.\ 48^0\ 34',5;$
$v' = -0,0177 \,.\, \cos.\ 50^0\ 52',1 \,.\, \sin.\ 48^0\ 34',5;$

$= + 0{,}8601.$ $u' = + 0{,}1987$

$= + 1{,}4371$ $v' = - 0{,}0084$

$$p = + 1{,}5224 \qquad q = + 2{,}1770$$
$$u = + 0{,}8601 \qquad v = + 1{,}4371$$
$$p - u = + 0{,}6623 \qquad q - v = + 0{,}7399$$

$$p' = + 0{,}8762 \qquad q' = + 0{,}4861$$
$$u' = + 0{,}1987 \qquad v' = - 0{,}0084$$
$$p' - u' = + 0{,}6775 \qquad q' - v' = + 0{,}4945$$

$$\text{tg. } M = \frac{+ 0{,}6623}{+ 0{,}7399} \qquad \text{tg. } N = \frac{+ 0{,}6775}{+ 0{,}4945}$$
$$M = 41^0\ 50'; \qquad N = 53^0\ 52',5$$

$$m = \frac{0{,}6623}{\sin.\ 41^0\ 50'} \qquad n = \frac{0{,}6775}{\sin.\ 53^0\ 52',5}$$
$$m = 0{,}9930; \qquad n = 0{,}8387$$

$$M - N = 347^0\ 57',5; \qquad \cos.\ \psi = 0{,}9930\ .\ \sin.\ 347^0\ 57',5$$
$$\psi = 101^0\ 57',4$$

$$t = 3^h\ 12^m,9 + 1^m,4 - \frac{0{,}9930}{0{,}8387}\ .\ \cos.\ 347^0\ 57',5 + \frac{\sin.\ 101^0\ 57',4}{0{,}8387}$$
$$t = 3^h\ 12^m,9 + 1^m,4 - 1^h\ 9^m,4 + 1^h\ 9^m,9$$
$$t = 3^h\ 14^m,8$$
$$Q = 90^0 + 53^0\ 52',5 - 101^0\ 57'4$$
$$Q = 41^0\ 55'$$
$$G = 23{,}8\ .\ (\cos.\ 50^0\ 58',7)^2$$
$$G = 9{,}5 \text{ Zoll.}$$

Wenn man nach den so eben angegebenen Regeln für drei Oerter Anfang und Ende der Finsterniss in der jedesmaligen Ortszeit berechnet hat, so kann man durch Hilfe dieser Resultate annähernd für die zwischen denselben liegenden Oerter mit abgekürztem Verfahren ebenfalls Anfang und Ende der Finsterniss bestimmen.

Es bezeichne φ_1, φ_2, φ_3 die Polhöhen, λ_1, λ_2, λ_3 die geographischen Längen, t_1, t_2, t_3 die Ortszeiten ein Mal für Anfang, das andre Mal für Ende der Finsterniss an den drei Oertern, für welche die Berechnung bereits gemacht worden ist, φ die Polhöhe, λ die geographische Länge und t die Zeit eines Ortes, für welchen An-

fang und Ende der Finsterniss **annähernd** bestimmt werden sollen: so berechne man die Hilfsgrössen:

$$N = \lambda_3 (\varphi_2 - \varphi_1) - \lambda_2 (\varphi_3 - \varphi_1) + \lambda_1 (\varphi_3 - \varphi_2)$$
$$A = [t_3 (\varphi_2 - \varphi_1) - t_2 (\varphi_3 - \varphi_1) + t_1 (\varphi_3 - \varphi_2)] : N$$
$$B = [t_3 (\lambda_2 - \lambda_1) - t_2 (\lambda_3 - \lambda_1) + t_1 (\lambda_3 - \lambda_2)] : N$$
$$T = \tfrac{1}{3} (t_1 + t_2 + t_3)$$
$$L = \tfrac{1}{3} (\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3)$$
$$V = \tfrac{1}{3} (\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3)$$

und setze dieselben ein in die Formel:

$$t = A \,.\, \lambda - B\varphi + (T - L \,.\, A + V \,.\, B)$$

Es werden hierbei durchgängig die Polhöhen in Graden und deren Decimaltheilen, die geographischen Längen und die Zeiten in Stunden und deren Decimaltheilen ausgedrückt.

Man hat stets zwei besondere Rechnungen auszuführen, die eine für den Anfang, die andere für das Ende der Finsterniss.

Z. B. Sonnenfinsterniss 1858 März 15.

	φ	λ	Anfang. t	Ende. t
Königsberg	54,7140	2,5442	1,3850	3,7483
Dresden	51,0559	2,0935	0,7486	3,2466
München	48,1458	1,9514	0,5300	3,0567

$N = 0{,}7918$; $L = 2{,}1964$; $V = 51{,}3052$.

Anfang. $A = +\ 1{,}3291$; $B = -\ 0{,}0101$; $T = +\ 0{,}8879$

$$T - L \,.\, A + V \,.\, B = 0{,}8879 - 2{,}9193 - 0{,}5184 =$$
$$= -\ 2{,}5498$$
$$t = 1{,}3291 \,.\, L + 0{,}0101 \,.\, \varphi - 2{,}5498$$

Ende. $A = +\ 0{,}9665$; $B = -\ 0{,}0181$; $T = +\ 3{,}3505$

$$T - L \,.\, A + V \,.\, B = 3{,}3505 - 2{,}1229 - 0{,}9266 =$$
$$= +\ 0{,}3010$$
$$t = 0{,}9665 \,.\, L + 0{,}0181 \,.\, \varphi + 0{,}3010$$

Prag. $\varphi = 50{,}0885$; $\lambda = 2{,}1961$

Antang. $t = 1{,}3291 \,.\, 2{,}1961 + 0{,}0101 \,.\, 50{,}0885 - 2{,}5498 = 0^h\ 53^m$

Ende. $t = 0{,}9665 \,.\, 2{,}1961 + 0{,}0181 \,.\, 50{,}0885 + 0{,}3010 = 3^h\ 22^m$

Cap. XI.

Die Mondfinsternisse.

Nachdem die Erscheinung der Sonnenfinsternisse in ausführlicher Veise behandelt worden ist, bedarf es nur weniger Andeutungen, ım das Verständniss des Eintrittes und des Verlaufes einer Mondinsterniss zu ermöglichen. Das Verfahren, welches man anzuwenden ıat, um die Vorstellung von der Entstehung einer Mondfinsterniss u gewinnen, oder die Grenzen und die Wiederkehr derselben zu estimmen, ist ähnlich dem bei der Erörterung der Sonnenfinsterisse bereits beobachteten. Die Ermittelung der Zeit des Verlaues und der Grösse einer Mondfinsterniss durch Zeichnung ist einacher als die graphische Darstellung einer Sonnenfinsterniss, und benso ist die Berechnung der Mondfinsterniss bei weitem kürzer ıls diejenige einer Sonnenfinsterniss.

Allgemeine Bemerkungen über Mondfinsternisse.

Wenn der Mond zwischen Erde und Sonne tritt (bei der Conunction) entsteht eine Sonnenfinsterniss; wenn die Erde zwischen Mond und Sonne tritt (bei der Opposition) entsteht eine Mondfinterniss. Die Sonnenfinsternisse ereignen sich daher in der Nähe ler Zeit der Neumonde, die Mondfinsternisse in der Nähe der Zeit ler Vollmonde.

Die Sonnenfinsternisse können nur an solchen Oertern der Erde, welche sich in der Tagseite befinden (aber deshalb noch nicht auf der ganzen Tagseite) gesehen werden; die Mondfinsternisse sind nur auf der Nachtseite der Erde (und zwar an allen Oertern derselben, wo nur der Mond im Horizonte ist) sichtbar.

Bei Sonnenfinsternissen wird die Sonne nicht ihres Lichtes beraubt, es wird dieselbe nur für verschiedene Oerter der Erde vom Monde bedeckt, bei Mondfinsternissen wird der Mond seines (Reflexions-) Lichtes wirklich beraubt. Die Sonnenfinsterniss erscheint daher zu einer und derselben physischen Zeit an verschiedenen Erdörtern von verschiedener Grösse; die Mondfinsterniss wird zu einer und derselben physischen Zeit an allen Erdörtern, wo sie überhaupt sichtbar ist, von gleicher Grösse gesehen.

Die Sonnenfinsterniss ist partial, total oder ringförmig; die Mondfinsterniss ist partial oder total, nie ringförmig.

Die Mondfinsternisse werden ebenso wie die Sonnenfinsternisse in Betracht ihrer Grösse nach Zollen gemessen, wobei der Monddurchmesser in 12 gleiche Theile, Zolle eingetheilt wird. Erreicht der Mondmittelpunkt nur den Schattenrand, so ist die Finsterniss sechszollig; geht der Mond so weit in den Schattenkreis, dass er nur eben bedeckt wird, so ist sie zwölfzollig; taucht der Mond noch tiefer in den Schatten, so wird die Finsterniss mehr als zwölfzollig. Man zählt nämlich die überschüssigen Zolle des Schattens zu zwölf Zoll hinzu. Die centrale Mondfinsterniss ist mehr als zwanzigzollig.

Die leuchtende Sonnenkugel sendet ihre Strahlen zu der dunklen Erde. Die Erde verursacht, da sie rund und kleiner als die Sonne ist, einen Schattenkegel. Die Figur 2 auf Taf. IV, in welcher *S* die Sonne, *E* die Erde und *M* den im Schatten befindlichen Mond bedeuten, gewährt die Anschauung und Entstehung des Schattens. Der dunkel gezeichnete Kernschatten ist der Schattenkegel, und er ist der Bereich, innerhalb dessen der Mond verfinstert wird. Der ebenfalls gezeichnete aber weniger dunkel gehaltene Halbschatten verursacht keine Verfinsterung des in denselben eintretenden Mondes. Der Mond erhält zwar hier weniger Sonnenstrahlen zu seiner Erhellung, als ihm sonst zu Theil werden; aber nur dann, wenn er bei seinem Verweilen im Halbschatten ganz in der Nähe des Kern-

:hattens ist, wo allmählig immer weniger Sonnenstrahlen auf ihn effen, wird auch hier die Verringerung seiner Helligkeit für uns :merkbar.

Wenn die Erde sich in der grössten Entfernung von der Sonne :findet, so reicht der Kernschatten 188640 Meilen, befindet dieselbe :h in mittlerer Entfernung von der Sonne 185453 Meilen und :i kleinstem Sonnen-Abstande 182408 Meilen weit, von der Erde ıs gerechnet, in den Weltenraum. Man berechnet diese Kernhattenlänge nach der Formel:

$$\frac{D \cdot r}{R - r} = x,$$

orin D den Abstand der Erde von der Sonne, R den Sonnenradius ıd r den Radius der Erde bedeuten.

Der Mond ist nicht immer gleichweit von der Erde entfernt, :ine Entfernung liegt aber zwischen den Grenzen 48000 und :000 Meilen. Bei seinem monatlichen Umlauf um die Erde geht ' entweder durch den Kernschatten oder über oder unter demsel- :n neben ihm vorüber. Geht er durch den Schattenkegel so dringt ' an einer Stelle in diesen ein, wo derselbe eine nicht unbedeunde Dicke hat. Dort nun denkt man sich eine Ebene durch den :hattenkegel gelegt, welche zu der Axe desselben senkrecht ist. iese Ebene durchschneidet den Kegel so, dass ein Kreis, der hattenkreis, entsteht. In der Mondentfernung beträgt der Halbmes- : des Durchschnittskreises des Schattenkegels beiläufig 640 Meilen, o ungefähr dreimal so viel als der Mondhalbmesser. Der Schatkreis ist am grössten bei grösster Entfernung der Erde von · Sonne und zugleich kleinstem Abstande des Mondes von der Erde; ist am kleinsten bei kleinster Entfernung der Erde von der Sonne l zugleich grösstem Abstande des Mondes von der Erde. Die Gren- ı des Halbmessers des Schattenkreises sind 46′ 19″ und 37′ 46″.

Für jeden einzelnen Fall berechnet man den Halbmesser des ıattenkreises aus der Mondparallaxe, der Sonnenparallaxe und dem ınenradius. Bezeichnen wir den Halbmesser des Schattenkreises x, die Mondparallaxe mit ☾π, die Sonnenparallaxe mit ☉π und . Sonnenhalbmesser mit ☉R so ist

$$x = ☾\pi + ☉\pi - ☉R$$

Der Beweis ergiebt sich leicht aus Fig. 3 auf Taf. IV. Nämlich:

$$BCE = ☾\pi;\ BAE = \odot\pi;\ AES = MEN = \odot R;\ CEM = x$$

$$CEM = CEN - MEN = BCE + BAE - MEN$$

Wenn der Mondmittelpunkt durch den Mittelpunkt des Schattenkreises geht, so entsteht eine centrale Mondfinsterniss. Bei dieser verweilt der Mond am längsten im Schatten, da er den Durchmesser des Schattenkreises durchschreitet. Der Mondhalbmesser enthält gegen 15 Bogenminuten, der Halbmesser des Schattenkreises ist ungefähr dreimal so gross als der Mondhalbmesser, der Mond durchläuft in einer Stunde beiläufig 30 Bogenminuten. Hieraus ergiebt eine einfache Berechnung, verbunden mit der Anschauung der Fig. 2 auf Taf. IV, dass bei der centralen Finsterniss die totale Verfinsterung des Mondes gegen 2 Stunden währe, und dass dieser totalen Verfinsterung eine partielle Verfinsterung von beiläufig 1 Stunde sowohl vorangehe als auch nachfolge.

Geht der Mondmittelpunkt nicht durch den Mittelpunkt des Schattenkreises, so ist die Finsterniss von um so längerer Dauer je näher jener diesem kommt. Die Dauer der partiellen Finsternisse ist verschieden lang, es kann sich dieselbe bis zur Randberührung (Mondrand und Rand des Schattenkreises) verringern.

Die Axe des Schattenkegels liegt stets in der Ebene der Ekliptik; die eine Hälfte des Schattenkreises steht daher oberhalb der Ekliptikebene, die andere Hälfte desselben unterhalb dieser.

Wenn der Mondmittelpunkt bei der Opposition in der Ekliptikebene steht, so findet eine centrale Mondfinsterniss statt.

Nehmen wir an, es sei der Halbmesser des Schattenkreises in der Mondentfernung 640 Meilen, und der Mondhalbmesser enthalte 230 Meilen, so wird der Mond vollständig in den Schatten treten, es wird eine totale Mondfinsterniss statthaben, wenn der Mondmittelpunkt bei der Opposition sich weniger als 410 Meilen, d. i. (640 — 230) über oder unter der Ekliptikebene befindet.

Beträgt zu dieser Zeit der Abstand des Mondmittelpunktes von der Ekliptikebene mehr als 410 Meilen, aber weniger als 870 Meilen (640 + 230), sei es oberhalb oder unterhalb der Ekliptikebene, so wird eine partielle Mondfinsterniss eintreten.

Ist zu dieser Zeit der Mondmittelpunkt von der Ebene nach orden oder nach Süden hin mehr als 870 Meilen entfernt, so tritt uch nicht einmal der Rand des Mondes in den Schattenkreis.

Fassen wir dies allgemein, setzen anstatt des Halbmessers des chattenkreises den für denselben bereits gefundenen Werth: $\text{☾}_{\pi} + \odot_{\pi} - \odot_{R}$ ein und bezeichnen die Breite des Mondes zur Zeit der pposition durch $\text{☾}_{Br.}$ und den Mondradius durch ☾_{R}, so gelten folende Bestimmungen:

Die Mondfinsterniss ist central,

$$\text{wenn } \text{☾}_{Br.} = 0$$

Die Mondfinsterniss ist total,

$$\text{wenn } \text{☾}_{Br.} < \text{☾}_{\pi} + \odot_{\pi} - \odot_{R} - \text{☾}_{R}$$

Die Mondfinsterniss ist partiell

$$\text{wenn } \text{☾}_{Br.} \begin{cases} > \text{☾}_{\pi} + \odot_{\pi} - \odot_{R} - \text{☾}_{R} \\ < \text{☾}_{\pi} + \odot_{\pi} - \odot_{R} + \text{☾}_{R} \end{cases} \text{und zugleich}$$

Eine Mondfinsterniss kann nicht statthaben

$$\text{wenn } \text{☾}_{Br.} > \text{☾}_{\pi} + \odot_{\pi} - \odot_{R} + \text{☾}_{R}$$

Man giebt nun aber diese Grössen nicht in Meilen, wie es oben r leichteren Einsicht wegen geschehen ist, sondern in Bogenmiten und Bogensecunden an, und stellt dabei die Fragen:

> Wie weit vom aufsteigenden oder niedersteigenden Knoten entfernt erreicht der Mond die so eben bezeichneten Breitengrössen?

Die Antworten auf diese für die einzelnen Grössen aufzuwerden Fragen enthalten die Grenzenbestimmungen der Nothwendigit und Möglichkeit des Eintretens von totalen oder partiellen ondfinsternissen.

Erwägt man nun, dass sowohl der Halbmesser des Schatteneises als auch der Halbmesser des Mondes und die Neigung der ondbahn gegen die Ekliptik innerhalb bestimmter Grenzen sind. erkennt man leicht,

> dass unter allen Umständen bis zu irgend einer Entfernung des Mondes von einem Knoten die Erscheinung einer totalen Mondfinsterniss nothwendig ist, von dieser Entfernung aber bis zu einer andern, weiteren Entfernung eine totale Mond-

finsterniss nur unter Umständen möglich wird, über diese Entfernung hinaus aber gänzlich unmöglich ist, und ebenso, dass unter allen Umständen bis zu irgend einem Abstande des Mondes von einem Knoten wenigstens eine partielle Mondfinsterniss nothwendig ist, von diesem Abstande aber bis zu einem anderen, grösseren Abstande eine partielle Mondfinsterniss nur unter Umständen möglich wird, über diesen Abstand hinaus aber gänzlich unmöglich ist.

Es bezeichne i den Neigungswinkel der Mondbahn gegen die Ekliptik, und x die Entfernung oder den Abstand des Mondes von einem Knoten in seiner Bahn, so berechnet man, unter Beibehaltung der oben eingeführten Bezeichnungen, die Nothwendigkeits- und Möglichkeitsgrenzen nach folgenden Formeln:

für totale Mondfinsternisse:

$$\sin.\ i : \sin.\ [☾_{\pi} + ☉_{\tau} - ☉_{R} - ☾_{R}] = \sin.\ tot. : \sin.\ x$$

für partielle Mondfinsternisse:

$$\sin.\ i : \sin.\ [☾_{\pi} + ☉_{\pi} - ☉_{R} + ☾_{R}] = \sin.\ tot. : \sin.\ x$$

Indem man nun in diese Formeln je nach Erforderniss die grössten oder kleinsten Werthe einsetzt und die Berechnungen ausführt, erhält man folgende Bestimmungen:

	Nothwend. Grenze.	Mögliche Grenze.
	x	x
Totale Mondfinsterniss	3° 30′	7° 19′
Partielle Mondfinsterniss . . .	7° 47′	13° 21′

Betrachten wir diese Grenzen-Werthe im Verhältnisse zu denjenigen, welche wir bei der Erörterung der Sonnenfinsternisse für diese erhalten haben, so finden wir, dass im Allgemeinen für die Erde Sonnenfinsternisse häufiger als Mondfinsternisse eintreten müssen.

Die Aufsuchung der Grenzen-Werthe dient nur zur vorläufigen Ermittelung ob man überhaupt eine Mondfinsterniss erwarten könne oder nicht, und es ist deshalb eine grosse Genauigkeit hierbei nicht erforderlich, da doch die genaue Berechnung in jedem einzelnen Falle besonders auszuführen ist; nur ist es, wie leicht ersichtlich, zweckmässig, diese Grenzen ein wenig weiter zu setzen als die Berechnung ergiebt.

Das Rückwärtsgehen der Mondbahnknoten, der synodische Um-
uf des Mondes, d. i. die Rückkehr des Mondes zur Conjunction ler zur Opposition, das Vorrücken des Perigäums und Apogäums, i. der Apsidenlinie, der Neigungswinkel der Mondbahn und Eklip- t u. s. w. alle diese hauptsächlichen periodischen bei der Bestim- mg der Wiederkehr der Mondfinsternisse in Betracht zu ziehenden ränderungen, sind schon oben bei den Erörterungen über Sonnen- sternisse ausführlich besprochen worden, und es ist hier, bei den ndfinsternissen, nur anstatt der Conjunction die Opposition bei r Anschauung des Vorganges ins Auge zu fassen.

Nach je 18 Jahren und (mit Rücksicht auf die Schaltjahre) 10 11 Tagen kehren auch die Mondfinsternisse in ähnlicher Ord- ng wieder.

Wenn in irgend einem Jahre (bei einer Opposition) eine Mond- sterniss statt gefunden hat, so erfolgt nach einem Jahre weniger hebei 11 Tage wiederum eine Mondfinsterniss, es müsste denn bei r dann eintretenden Opposition der Mond schon zu weit vom oten entfernt sein.

Die von jetzt (1858) an in den nächstfolgenden Jahren vorzugs- ise in Europa sichtbaren Mondfinsternisse sind folgende:

1858	27. Febr.	24. Aug.	
1859	17. „	13. „	
1860	7. „	1. „	
1861			17. Dec.
1862		12. Jun.	6. „
1863		2. „	25. Nov.
1864			
1865		11. Apr.	
1866		31. Mrz.	24. Sept.
1867		20. „	14. „
1868			
1869	28. Jan.		23. Juli
1870	17. „		12. „
1871	6. „		2. „
1872		22. Mai	15. Nov.
1873		12. „	4. „

1874 . . . . 1. Mai . . 25. Octbr.
1875 . . . .

Während in jedem Kalenderjahre wenigstens zwei Sonnenfinsternisse für die Erde überhaupt statthaben müssen und bis höchstens fünf derselben statthaben können, sind nur zwei Mondfinsternisse in einem Kalenderjahre möglich, und es kann auch in einem Kalenderjahre eine Mondfinsterniss gar nicht eintreten.

Die Elemente zur Ermittelung des Verlaufes einer Mondfinsterniss, sei es durch Zeichnung, sei es durch Berechnung sind dieselben, welche für die Sonnenfinsterniss-Berechnungen oder graphischen Darstellungen derselben erforderlich sind, nämlich die Zeit der Conjunction, und für diese Zeit: die Länge des Mondes, die Stundenbewegung des Mondes und der Sonne in Länge, die Breite des Mondes, die Stundenbewegung des Mondes in Breite, die Mondparallaxe, die Sonnenparallaxe, der Mondhalbmesser und der Sonnenhalbmesser.

Cap. XII.

Die graphische Darstellung der Mondfinsternisse.

Dem für die graphische Darstellung im Allgemeinen angegebenen Verfahren soll als Beispiel die Mondfinsterniss den 27. Febr. 1858 hinzugefügt werden.

Die Elemente dieser Mondfinsterniss sind:

Zeit der Opposition . . . . 1858 Fbr. 27.	$10^h 59^m 37^s$ mtl. Dr. Z.
Länge des Mondes, L. ☾	159° 4′ 0″,8
Stundenbew. des Mondes in Länge, mot. hor. L. ☾	33′ 49″,0
„ der Sonne „ „ mot. hor. L. ⊙	2′ 30″,5
Breite des Mondes, Br. ☾	+ 0° 47′ 52″,8

Stundenbew. des Mondes in Breite, mot. hor. Br. ☾ — 3′ 5″,0
Parallaxe des Mondes, ☾$_{\pi}$ . . . . 57′48″,6
„ der Sonne $\odot_{\pi}$ . . . . 8″,7
Halbmesser des Mondes, ☾$_{R}$ . . . . 15′45″,2
„ der Sonne $\odot_{R}$ . . . . 16′ 9″,6

1) Man bilde einen Maasstab, welcher die lineare Grösse der Bogenminuten enthält.

Taf. IV. Fig. 4 enthält einen solchen Maasstab bei „1° = 60′ linear". Es ist zweckmässig die Bogenminutenlängen grösser zu zeichnen, als es hier geschehen konnte.

2) Man zeichne den Schattenkreis um *T*, wozu der Halbmesser = ☾$_{\pi}$ + $\odot_{\pi}$ — ☾$_{R}$ + 1′ 40″.

Im Beispiele ist der Halbmesser = 57′ 48″,6 + 8″,7 — 16′ 9″,6 + 1′ 40″ = 43′ 27″,7 = 43′,4; also *TW* = 43′,4.

Die Grösse 1′ 40″ wird hinzugegeben wegen der irdischen Atmosphäre.

Es ist hier nur die nördliche Hälfte des Schattenkreises dargestellt worden, weil die südliche nicht erforderlich ist.

Die gerade Linie *WTO* liegt in der erweiterten Ebene der Ekliptik, der Punkt *T* liegt in der Axe des Schattenkegels.

3) Man ziehe *TC* senkrecht zu *WO*, und mache *TC* gleich der Breite des Mondes zur Zeit der Opposition.

Im Beispiel ist die Breite des Mondes gleich 47′ 52″,8 = 47′,9, also *TC* = 47′,9.

4) Man zeichne die relative Bahn des Mondes, welche durch den Punkt *C* geht.

Die Neigung der relativen Bahn des Mondes *(AME)* gegen die Ekliptikebene *(OTW)* erhält man aus der relativen Stundenbewegung des Mondes in Länge und der Stundenbewegung desselben in Breite.

Man ziehe die Stundenbewegung der Sonne in Länge von der Stundenbewegung des Mondes in Länge ab, und nehme den Rest nach dem Bogenminutenmaassstab als die eine Kathete eines rechtwinkligen Dreiecks, dessen andere Kathete die Stundenbewegung des Mondes in Breite ist. Der kleinere der beiden spitzen Winkel giebt den Neigungswinkel der relativen Mondbahn zur Ekliptik an. Dieses

Dreieck befindet sich auf Tafel IV in der Hauptfigur, Fig. 4, und ist darunter besonders gezeichnet, es ist das Dreieck XI l XII.

Im Beispiel ist relat. mot. hor. ☾ in L. = 33′ 49″ — 2′ 3″,05 = 31′ 18″,5 = 31′,3; dies ist die Länge der Linie XI l.

mot hor. ☾ in Br. = — 3′ 5″,0 = — 3′,1; dies ist die Länge der Linie lXII.

Der Neigungswinkel (i) ist der Winkel lXI XII, oder lCXII.

Im Beispiel ist die Bewegung des Mondes in Breite nach Süden hin, wie durch — angezeigt ist; es muss daher die Mondbahn in der Richtung von rechts nach links (von Westen nach Osten) abwärts (d. i. südlich) geneigt sein.

5) Man theile die Mondbahn in Stunden und Minuten ein, und beginne die Eintheilung bei der Conjunctionszeit.

Aus dem vorher genannten rechtwinkligen Dreieck ersieht man, dass die Länge der Stundenbewegung des Mondes in der Bahn gleich ist der Linie XI XII, im Beispiele 31′ 28″. Diese Stundenlänge theile man in Zeitminuten. Auf der Taf. IV ist in Fig. 4 diese Eintheilung in der Nebenzeichnung, „$1^h = 60^m$ in Zeit“ dargestellt, und es sind in der Hauptfigur nur die Stundenlängen angegeben worden, da die Minuten bei dem kleinen Maassstabe sehr nahe an einander liegen.

Die Zeit der Opposition ist für diese Zeichnung mit Vernachlässigung von 23 Sekunden, auf XI^h angesetzt, und es konnten daher von diesem Conjunctionspunkte aus ohne weiteres die Stundenlängen abgetragen werden.

Es befindet sich also der Mondmittelpunkt um IX^h im Punkt IX der Bahn, um X^h im Punkt X u. s. w.

6) Man ziehe aus T die Gerade TM senkrecht auf die relative Mondbahn, so erhält man in M denjenigen Punkt der Mondbahn, wo der daselbst befindliche Mond die grösste Verfinsterung hat.

7) Man suche Anfangs- und Endzeit der Mondfinsterniss.

Nach dem Bogenminutenmaassstab bilde man den Mondkreis, und suche die Oerter *A* und *E* in der Mondbahn für den Mondmittelpunkt so, dass der Mondrand den Rand des Schattenkreises berührt.

Die Länge *XA* beträgt nach dem Zeitminutenmaassstabe in dem Beispiel 4^m; es erfolgt also der Anfang der Mondfinsterniss um $X^h\ 4^m$ mittl. Dresdener Zeit. Die Länge XII*E* beträgt ebenfalls nach dem Zeitminutenmaassstabe in dem Beispiele 12^m, es erfolgt also das Ende der Mondfinsterniss um $XII^h\ 12^m$.

Taf. IV. Fig. 4. $TA = ☾\pi + ⊙\pi - ⊙R + ☾R$;

$TC = ☾^{Br.}$ = Breite des Mondes;

$CTM = (i)$ = Neigungswinkel der relat. Mondbahn gegen die Ekliptik,

$TM = CT \,.\, \cos.\ (i)$; $MC = CT \,.\, \sin.\ (i)$

$MA = \sqrt{TA^2 - TM^2}$; $MA = ME$

Dies giebt zunächst *CM* und *MA* in Bogenminuten, welche in Zeitminuten verwandelt werden. Bei dieser Verwandlung gilt, wenn wir die relative Stundenbewegung des Mondes in seiner Bahn (die lineare Bogenlänge des Weges, welchen der Mond in einer Stunde in der relativen Bahn zurücklegt) durch *W* und die für die linearen Bogenlängen *MC* oder *MA* gesuchten Zeiten durch *x* bezeichnen:

$$W : MC \text{ in Bog.} = 3600'' : x''$$

oder

$$W : MA \text{ in Bog.} = 3600'' : x''$$

und hieraus erhalten wir die gesuchte Grösse in Zeitsekunden.

Wenn die Finsterniss total wäre, so würde man in ganz ähnlicher Weise den Anfang und das Ende der totalen Verfinsterung bestimmen; es müsste dies nur mit dem Unterschiede geschehen, dass man eine innere Berührung des Schattenkreises durch den Mondkreis construirte.

8) Man suche die Grösse der grössten Verfinsterung.

Wenn der Mondmittelpunkt in *M* steht, so dringt der Mond am tiefsten in den Schattenkreis ein. Im Beispiele beträgt die Linie

FG, das Maass des tiefsten Eindringens $\frac{1}{3}$ des Monddurchmessers, also 4 Zoll. Die Mondfinsterniss zeigt sich hier am grössten, 4zollig. Die Länge XI *M* beträgt nach dem Zeitminutenmaassstabe 8^m, es tritt demnach die grösste Verfinsterung um XI^h 8^m mittl. Dresdener Zeit ein.

Wenn man eine Zeichnung in grossem Maassstabe entworfen hat, so ist es leicht ausführbar die Verfinsterungsphase der Mondscheibe von Minute zu Minute zu verfolgen, indem man den Mondmittelpunkt von Minute zu Minute in der Mondbahn weiter fortrückt, um denselben die Mondkreise zeichnet und ihr Eindringen in den Schattenkreis ermisst.

Wenn man die Mondörter, welche allmählig in den Schatten treten, aufsuchen will, so muss man vornehmlich die Neigung des Mondäquators gegen die Ekliptik, welche 1° 28′ 45″ beträgt, in Betracht ziehen. Ferner sind hierbei die verschiedenen kleineren Bewegungen, welche der Mond ausser den Hauptbewegungen hat, ebenfalls zu berücksichtigen, wodurch die Zeichnung oder Rechnung nicht so einfach ist, als die übrigen auf Mondfinsternisse bezüglichen Zeichnungen und Berechnungen.

Man pflegt nun neben den Beobachtungen des Anfanges und des Endes der Verfinsterungen überhaupt, und bei totalen Finsternissen neben denjenigen des Beginnes und der Dauer der gänzlichen Verfinsterung auch Beobachtungen über den Ein- und Austritt der besonders hervorragenden Mondflecken anzustellen, und die Zeiten, zu welchen dieselben an den verschiedenen Oertern der Erde gesehen werden, anzumerken, um dann diese sämmtlichen Beobachtungsresultate mit den Ergebnissen der Berechnungen zu vergleichen und einerseits darnach die geographischen Längen der Beobachtungsörter zu bestimmen, andererseits, bei Mangel an vollkommener Uebereinstimmung zwischen jenen, den genauen Beobachtungen entsprechende Berichtigungen der Mondtafeln und der Theorie des Mondlaufes vorzunehmen.

Cap. XIII.

Die Anwendung des Erdglobus zur Bestimmung der Oerter der Erde, an welchen die Mondfinsterniss sichtbar ist.

1) Man erhebe bei nördlicher Deklination des Mondes zur Zeit der Opposition den Nordpol, bei südlicher Deklination desselben den Südpol des Erdglobus um so viele Grade über den Gestellrand als die Deklination des Mondes beträgt.

Im Beispiele beginnt die Finsterniss um Abends 10 Uhr 4 Min. und endigt um Nachmitternacht 12 Uhr 12 Min. mittlere Dresdener Zeit. Die Deklination des Mondes ist zu diesen Zeiten $+ 9^0\ 10'$ und $+ 8^0\ 36'$. Das Mittel davon ist $8^0\ 53'$. Es ist also bei dieser nördlichen Deklination des Mondes der Nordpol des Globus um $8^0\ 53'$ über den Gestellrand zu erheben.

2) Man bringe den Ort, nach dessen Zeit man die Finsterniss gezeichnet oder berechnet hat, unter den Messingmeridian in der unteren Hälfte des Globus.

Es ist im Beispiele der Ort „Dresden" unter den Messingkreis in der unteren Hälfte des Erdglobus zu stellen.

Zur Erleichterung der Anschauung bestimmt man hier als Nachtseite der Erde die obere Hälfte des Globus und als Tagseite die untere Hälfte desselben. Genau senkrecht über dem obersten Punkt der oberen Hälfte des Globus steht der Mond, und genau senkrecht

unter dem untersten Punkt desselhen steht die Sonne. Steht nun Dresden unter dem Messingmeridian in der untern Hälfte der Erdkugel, so ist dies die Stellung derselben zur Zeit da es in Dresden Mittag 12 Uhr ist; denn es ist, um nochmals darauf aufmerksam zu machen, unterhalb des Gestellrandes die Tagseite der Erde, oberhalb desselben die Nachtseite der Erde.

3) Man stelle nnn die Erdkugel für die Zeit des Anfanges der Finsterniss ein und suche den Ort auf, welcher in der Mitte der oberen Hälfte des Globus sich befindet. Dieser Ort hat zu dieser Zeit den Mond im Scheitelpunkt (Zenith).

Da der Anfang der Finsterniss um 10 Uhr 4 M. mittl. Dr. Zeit statthat, d. i. (in Folge der Zeitgleichung, welche angiebt, dass den 27. Februar die mittl. Zeit der wahren Zeit um 13 Min. voraus ist) um 9 Uhr 51 Min. wahre Dresd. Zeit: so dreht man den Erdglobus um 9 St. 51 M. oder um 147° 45′ vorwärts, von Westen nach Osten, also entweder nach dem Stundenzeiger des Globus, oder nach den Graden des Aequators. Die Drehung unter Berücksichtigung der Grade des Aequators ist der Drehung mit Hilfe des Stundenzeigers vorzuziehen. Ferner ist leicht ersichtlich: Wenn Dresden dessen östliche Länge 31° 24′ beträgt, unter dem Messingkreis unten steht, so steht oben unter demselben der Meridian 211° 24′; dreht man den Globus von Westen nach Osten um 147° 45′ fort, so steht nun der Meridian 63° 39′ unter dem Messingkreis. Folglich steht zum Anfange der Mondfinsterniss der Mond im Zenith des Ortes, dessen geographische Breite 9° 10′ nördlich und dessen östliche Länge nahebei 63° 39′ ist. Auf der oberen, vom Monde erleuchteten Hälfte der Erdkugel kann die Mondfinsterniss wahrgenommen werden, und zwar sehen die Bewohner des Westrandes derselben den Anfang der Mondfinsterniss bei Mondaufgang (und Sonnenuntergang), die Bewohner des Ostrandes hingegen bei Monduntergang (und Sonnenaufgang); die übrigen Bewohner der oberen, in der Nachtseite befindlichen, Erdhälfte, erblicken den Mond desto höher über ihrem Horizont je näher ihr Aufenthaltsort der Mitte dieser Halbkugeloberfläche ist.

4) Man stelle den Erdglobus für die Zeit des Endes der Finsterniss ein, und suche den Ort auf, welcher hierbei in der Mitte

der oberen Hälfte des Globus sich befindet. Dieser Ort hat zu dieser Zeit den Mond im Scheitelpunkt.

Da im Beispiel das Ende der Mondfinsterniss um 12 Uhr 12 M. mittl. Dr. Zeit, d. i. (in Folge der Zeitgleichung, welche d. 27. Fbr. + 13 Minuten beträgt) um 11 Uhr 59 Min. wahre Dresd. Zeit statthat, so dreht man nun den Globus um so viel weiter, als diese 11 St. 59 Min., oder 179° 45', erfordern. Es steht jetzt, nach dieser Einstellung, unter der oberen Hälfte des Messingkreises der Meridian 31° 39', (31° 24' + 180° — 179° 45'). Derjenige Ort, welcher zu dieser Zeit den Mond im Zenith hat, hat also 8° 36' nördliche Breite und nahebei 31° 39' östliche Länge. Die am Westrande befindlichen Beobachter sehen das Ende der Mondfinsterniss bei Mondaufgang, die am Ostrande desselben befindlichen bei Monduntergang, die übrigen Bewohner der Nacht-Erdhälfte erblicken diese Phase desto höher über ihrem Horizont je näher ihr Aufenthaltsort dem obersten Punkt dieser Erdhälfte ist.

5) Man ziehe bei der Stellung des Erdglobus für den Anfang der Mondfinsterniss eine Kreislinie um denselben, welcher die Nachtseite von der Tagseite scheidet (also bei dem Gestellrand), und ebenso bei der Stellung desselben für das Ende der Mondfinsterniss.

Diese einander durchscheidenden Kreislinien bilden vier Abtheilungen auf dem Globus. Die eine Abtheilung enthält die Erdörter, wo die Mondfinsterniss bei Mondaufgang gesehen wird, die zweite giebt die Erdörter an, an welchen dieselbe gänzlich über dem Horizont erblickt wird, die dritte umfasst die Erdörter, welche dieselbe bei Monduntergang erblicken lassen, die vierte endlich begrenzt die Erdörter, welche sich während des Verlaufes der Mondfinsterniss in der Tagseite befinden, und an denen folglich dieselbe gar nicht wahrgenommen werden kann. Die unmittelbare Anschauung des Globus mit diesen Abtheilungen in den vorher angegebenen Stellungen lässt leicht sogleich die richtige Auffassung dieser Abtheilungen erfolgen.

Wie wir den Anfang und das Ende betrachtet und den Erdglobus den zugehörigen Zeiten entsprechend eingestellt haben, so kann man auch die Zeit der grössten Verfinsterung in Betracht nehmen und den Globus darnach einstellen. Ueberhaupt lässt sich

mit Fortrückung des Globus von Minute zu Minute diejenige Hälfte der Erde, in welcher man den Mond und mithin die Mondfinsterniss sehen kann, für die einzelnen auf einander folgenden Minuten bestimmen, so dass man auch bei totalen oder centralen Mondfinsternissen die Oerter der Erde, wo diese Phasen sichtbar sind, ohne alle Schwierigkeit anzufinden vermag.

Cap. XIV.

Berechnung der Mondfinsterniss.

Für den Mond gelten die Zeichen a, d, r, p, m, da und dd, und für die Sonne die Zeichen α, δ, ϱ, π, μ, $d\alpha$, und $d\delta$, wie Seite 105 und 148 angegeben; φ bezeichnet die Polhöhe, und s den Stundenwinkel der Sonne, n die Neigung der relativen Bahn des Mondes gegen den Aequator, e den kürzesten Abstand des Mittelpunktes des Schattens von der Bahn des Mondes, t die Zeit der wahren Opposition. Der Halbmesser für den Durchschnitt des vollen Schattens an der Stelle des Mondmittelpunktes sei P und derjenige für den des Halbschattens sei P', so ist

$$P = p + \pi - \mu;$$

$$P' = p + \pi + \mu$$

$$\text{tg. } n = \frac{dd - d\delta}{(da - d\alpha) \cos. \frac{d + \delta}{2}}$$

$$e = (d - \delta) \cos. n.$$

Wegen der irdischen Atmosphäre setze man auch

$$P = \tfrac{61}{60} (p + \pi - \mu) \text{ und}$$

$$P' = \tfrac{61}{60} (p + \pi + \mu)$$

Der Halbmesser des Kreises für Anfang und Ende der partiellen insterniss $= P + m$.

Der Halbmesser des Kreises für Anfang und Ende der totalen nsterniss $= P - m$.

Die Grösse der Finsterniss wird durch den Werth $P - e + m$ stimmt.

Es sei

$$h = \frac{\sin. n}{dd - d\delta}$$

ist die Zeit ϑ die Mitte der Finsterniss

$$\vartheta = t \mp (d - \delta)\, h \sin. n.$$

Es sei

$$\cos. \alpha' = \frac{e}{P + m}$$

ist die Zeit ϑ' des Anfanges und des Endes der partiellen Finerniss

$$\vartheta' = \vartheta \mp h \,.\, e \,.\, \mathrm{tg.}\, \alpha'.$$

Es sei

$$\cos. \beta' = \frac{e}{P - m}$$

ist die Zeit ϑ'' des Anfanges und Endes der totalen Finsterniss

$$\vartheta'' = \vartheta \mp h \,.\, e \,.\, \mathrm{tg.}\, \beta'.$$

Es sei

$$\cos \gamma' = \frac{e}{P + \left(1 - \frac{x}{6}\right) m}$$

ist die Zeit ϑ''' der Verfinsterung von x Zollen

$$\vartheta''' = \vartheta \mp h \,.\, e \,.\, \mathrm{tg.}\, \gamma'$$

Die grösste Verfinsterung v in Zollen ausgedrückt

$$v = \frac{6}{m} (P + m - e)$$

Sonnen- und Mondfinsternisse

im Jahre 1858.

---

1) **Mondfinsterniss den 27. Februar.**
2) **Sonnenfinsterniss den 15. März.**
3) **Mondfinsterniss den 24. August.**
4) **Sonnenfinsterniss den 7. September.**

Mondfinsterniss den 27. Februar 1858.

Die sowohl der graphischen Darstellung der Mondfinsterniss als h der Berechnung derselben zu Grunde zu legenden Elemente l (Vgl. Berl. Jahrb. 1858) folgende:

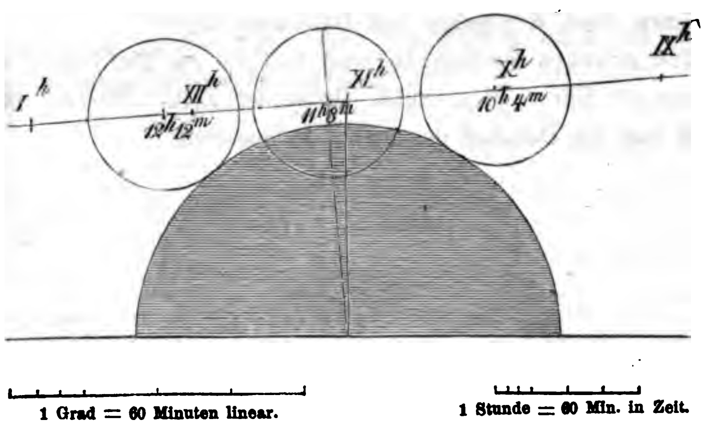
)osition der Sonne und des Mondes		10^h 59^m 37^s m. Dresd. Z.
ıge des Mondes		159° 4′ 0,8″
ndenbeweg. des Mondes in Länge		33′ 49,″0
ndenbeweg. der Sonne in Länge .		2′ 30,″5
ite des Mondes	+	0° 47′ 52,″8
ndenbeweg. des Mondes in Breite	—	3′ 5,″0
:allaxe des Mondes		57′ 48,″6
:allaxe der Sonne		8,″7
lbmesser des Mondes		15′ 45,″2
lbmesser der Sonne		16′ 9,″6

n 27. Februar 0^h 0^m 0^s (Mittag 12^h) mittl. Dresd. Zeit:

klination des Mondes	+	11° 44′ 18″
klination der Sonne	—	8° 20′ 34″

n 27. Februar 12^h 0^m 0^s (Mitternacht 12^h)

klination des Mondes	+	8° 39′ 17,″5
klination der Sonne	—	8° 9′ 15″
tgleichung den 27. Februar . .	+	12^m 59^s



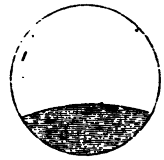
Der Anfang dieser Mondfinsterniss erfolgt um 10 Uhr 4 Min. (Nachts) mittl. Dresd. Zeit, d. i. in Folge der Zeitgleichung, welche + 13 Min. beträgt, um 9 Uhr 51 Min. wahre Dresdener Zeit. Es betragen nun 9 Stunden 51 Minuten 147° 45', und da die Länge Dresdens 31° 24' ist, so haben bei Beginn der Mondfinsterniss diejenigen Oerter Mittag, welche unter dem Meridian 243¼° liegen, und Mitternacht haben die unter dem Meridian 63¼° liegenden. Da die Deklination des Mondes zu dieser Zeit (+ 9° 10') u. s. w. leicht ermittelt werden kann, so findet man nach den bereits gegebenen Anweisungen (S. 168 u. ff.) ohne alle Schwierigkeit die in Folgendem gemachten Angaben.

Bei Beginn der Mondfinsterniss steht der Mond im Zenith eines Ortes, welcher einige Meilen östlich von der Stadt Adhari, nahe den Quellen des Flusses Doho in Ostafrika liegt. Mitternacht haben die Oerter, welche in einer Linie liegen die von den Crosets-Inseln über Madagaskar, Ostafrika, Mittelarabien, (ein wenig westlich von) Astrachan und das Cap Canin geht.

Zu dieser Zeit geht der Mond auf, man erblickt bei Mondaufgang (Sonnenuntergang) den Beginn der Mondfinsterniss, an den Oertern, welche in einer Linie liegen, die durch folgende Punkte angedeutet werden kann: die Prinzen-Inseln, Victoria und Poty in Brasilien, die Ostküste von Neufundland, und die Baffinsbai.

Zu dieser Zeit geht der Mond unter, man erblickt den Anfang der Mondfinsterniss bei Monduntergang (Sonnenaufgang) an den Oertern, welche in der Linie: Insel Albion, Banda-Inseln, Insel St. Pierre, Jeso, Kutimskoy und Bäreninsel liegen.

Die grösste Verfinsterung tritt ein zur Mitte der Finsterniss um 11 Uhr 8 Min. mittl. Dresdener Zeit. Dieselbe beträgt 4 Zoll, also ein Drittheil des Monddurchmessers.



Der Mond steht zu dieser Zeit im Zenith eines Ortes, welcher gegen 48° östliche Länge und gegen 9° nördliche Breite hat, und

ein wenig östlich vom No-See in Dorfu liegt. Mitternacht ist dabei an den Oertern, welche in der Richtung von Natal-K., Aegypten, Westen des schwarzen Meeres, Petersburg und Nordostland liegen.

Der Mond geht zu dieser Zeit auf an den Oertern, welche in der Richtung von St. Franzisco in Brasilien, Insel Trinidad, C. Sable, Hudsonsstrasse, Nord-Devon sich befinden.

Der Mond geht zu dieser Zeit unter in einer durch die Oerter C. Cuvier, Celebes, Korea, Neusibirien gehenden Linie.

Das Ende der Mondfinsterniss erfolgt um 12 Uhr 12 Min. (Nachts) mittlere Dresdener Zeit.

Der Mond steht zu dieser Zeit im Zenith eines Ortes, dessen östliche Länge gegen 32¼° und nördliche Breite gegen 8¼° ist; es würde dies demnach in Hochafrika in der Nähe des Mendefy-Berges sein. Mitternacht ist dabei (nahe) westlich von Kapstadt, Gr.-Sirte, Neapel, Spitzbergen, und an den Oertern, welche in der durch diese Punkte angedeuteten Linie liegen.

Der Mond geht zu dieser Zeit (bei dem Ende der Mondfinsterniss) auf an den Oertern einer durch die Falklandsinseln, den Golf St. Mathias, über die Cordil. de los Andos, Bogota, Cuba, Columbia, James-Bai und Böothia felix gehenden Linie.

Der Mond geht zu dieser Zeit unter, man beobachtet das Ende der Mondfinsterniss bei Sonnenaufgang, an den Oertern, deren Lage durch eine über Ost-Sumatra, C. Romania auf Malacca, B. von Tonkin, Tongting und die Mündung der Lena gehende Linie angedeutet werden kann.

Es ist demnach diese Mondfinsterniss während ihres ganzen Verlaufes in Europa, der Anfang derselben in Asien und Australien, und ihr Ende in Amerika sichtbar.

Sonnenfinsterniss den 15. März 1858.

Die zur Berechnung und Zeichnung dieser Sonnenfinsterniss dienenden Elemente findet man S. 55 angegeben, und es ist bereits in der obigen Darstellung verschiedener Methoden, den Verlauf einer Sonnenfinsterniss zu ermitteln, das Wesentliche über den Gang dieser Sonnenfinsterniss beispielsweise mitgetheilt worden, so dass es hier nur einer Zusammenstellung desselben und einiger wenigen Erweiterungen oder Ergänzungen der erhaltenen Resultate bedarf.

Diese Sonnenfinsterniss im Allgemeinen beginnt in der Nähe der Mündung des Amazonenstromes in Brasilien den 15. März Vormittag um 10 Uhr 27 Minuten mittl. Dresd. Zeit, d. h. wie hier die gewöhnlichen richtig gestellten Uhren anzeigen. Das Ende derselben wird unfern von Samara in Kasan Nachmittag 3 Uhr 33 Min. mittl. Dr. Z. erblickt. [Vergl. Taf. V.]

Der Anfang der central-ringförmigen Finsterniss ist im Caraibischen Meere, südlich von den Antillen Vorm. 11 Uhr 37 Min. m. Dr. Z. sichtbar. Das Ende derselben tritt im nördlichen wüsten Ural, südlich von der Mündung der Kara Nachmitt. um 2 Uhr 23 Min. m. Dr. Z. ein. [Vergl. Taf. V.]

Die Finsterniss erscheint central am Mittage im Atlantischen Ocean nördlich von Spanien (Ferrol), westlich von Frankreich (Nantes) Nachmittag um 1 Uhr 39 Min. mittl. Dr. Z.

Die Erscheinungen der Bedeckung von 1 Zoll, 2 Zoll, 3 Zoll u. s. w. haben Anfang und Ende zu nachstehend angemerkten nach mittl. Dresd. Uhr gegebenen Zeitpunkten:

	Anfang. Vormitt.	Ende. Nachmitt.		Anfang. Vormitt.	Ende. Nachmitt.
1 Zoll	10 Uhr 33 M.	3 Uhr 27 M.	5 Zoll	10 Uhr 55 M.	3 Uhr 5 M.
2 „	10 „ 38 „	3 „ 22 „	6 „	11 „ 0 „	3 „ 0 „
3 „	10 „ 43 „	3 „ 15 „	7 „	11 „ 6 „	2 „ 54 „
4 „	10 „ 49 „	3 „ 11 „	8 „	11 „ 12 „	2 „ 48 „

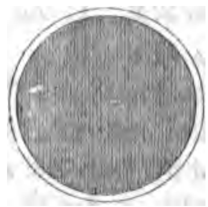
	Anfang. Vormitt.	Ende. Nachmitt.		Anfang. Vormitt.	Ende. Nachmitt.
Zoll	. 11 Uhr 18 M.	. 2 Uhr 42 M.	11 Zoll	. 11 Uhr 30 M.	. 2 Uhr 29 M.
„	. 11 „ 24 „	. 2 „ 35 „	12 „	. 11 „ 36 „	. 2 „ 24 „

Die Linie der centralen Finsterniss [Vergl. Taf. V und Taf. VI] ginnt westlich von Jamaica, geht über das Caraibische Meer, über e Inseln unter den Winden, über die südlichen kleinen Antillen, n Atlantischen Ocean, nahe bei den Canarischen Inseln, dem Cap nisterre (Spanien), der südwestlichen Spitze von England vorüber, rch den westlichen Theil des Canals, nahe bei Portland, Oxford, orthampton vorüber, bei der Mündung der Ouse in die Nordsee, nn nach Norwegen und zwar nahe bei Frederichstadt und Faslun rüber, überschreitet hierauf den Bottnischen Meerbusen und zieht h bei Wasa in das nördliche Russland.

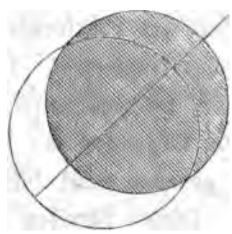
Da der Mond zur Zeit der Finsterniss kleiner erscheint als die nne, so ist die Finsterniss ringförmig. Der Monddurchmesser ent-lt zu dieser Zeit 31,73 Bogenminuten, der Sonnendurchmesser ,19 Bogenminuten. Die Gegenden der Erde, in welchen die Son-nfinsterniss ringförmig gesehen wird, bilden auf der Erdoberfläche nen schmalen Streifen. Dieser Streifen ist vollständig auf Taf. V, n Theil desselben, der durch das nördliche Europa gehende, auf f. VI dargestellt. Einen Theil der nördlichen Grenzen der ring-rmigen Finsterniss erhält man annähernd indem man in England rch Bath und Boston und in Skandinavien durch Mandal und längs r Südküste Norwegens eine Linie legt. Ein Theil der südlichen enze der ringförmigen Finsterniss wird durch eine Linie darge-ellt, welche in England nahe bei Salisbury und Bedford, und in andinavien nahe bei Carlsstadt und Gefle vorübergeht.

Bei dem Anblick der central-ringförmigen Finsterniss sieht man n Mond von der ersten inneren Randberührung bis zur zweiten in Minute 6 Sek. gelangen; es vergehen von dem Zeitpunkt an, zu lchem die Mondscheibe vollständig in die Sonnenscheibe einge-eten ist, 33 Sek. bis zum Moment der genau centralen Bedeckung, d von diesem Augenblick an vergehen abermals 33 Sek. bis zu r Zeit, zu welcher der Mondrand den Sonnenrand wieder über-hreitet.

Die ringförmige Finsterniss erscheint (beiläufig) in den Grössenverhältnissen, Breite des Ringes: Durchm. d. Kr. = 1 : 64.



Die Grenzen der 11zolligen, der 10zolligen, der 9zolligen und der 8zolligen Verfinsterung sind zum Theil auf Taf. VI angegeben. An Oertern, welche je über diese Grenzen hinaus nach Süden hin liegen, sieht man die Verfinsterung kleiner als 11zollig, 10zollig u. s. w. Die Erscheinung einer 9zolligen Finsterniss, wie dieselbe z. B. in München gesehen wird, ist auf nachstehender Zeichnung dargestellt.



Auf Taf. VI sind einige Städte genau nach ihrer geographischen Lage angegeben, und man kann schon aus dieser Lage innerhalb der Grenzlinien annähernd die Grösse der daselbst statthabenden Verfinsterung ermessen. Ueberdiess sind in der IX. Tabelle die geographischen Längen und Breiten von einer Anzahl Städten enthalten, und man kann nach diesen Angaben die Oerter derjenigen Städte, welche auf der Tafel nicht genannt sind, und doch daselbst ihren Platz finden, markiren und darnach annähernd die Grösse der in denselben sich zeigenden Verfinsterung ermitteln.

Die Grenzlinie der sechszolligen Finsterniss ist auf Taf. V eingezeichnet worden, so dass man leicht den Gang derselben auf einer Karte verfolgen kann.

In nachstehender Tabelle findet man für 40 Städte der Verfinsterung Anfang und Ende in der mittl. Zeit eines jeden betr. Ortes, und die Grösse derselben in Zollen angegeben. Diese Angaben können aber nur dazu dienen, diejenigen, welche die Finsterniss

beobachten wollen, auf den Anfang und das Ende derselben vorläufig aufmerksam zu machen; Genauigkeit auf Sekunden ist nicht in denselben, doch dürfte wohl bei den meisten die Differenz nur höchstens ein oder zwei Minuten betragen.

Ort.	Anfang mittl. Zeit des Ortes.	Ende mittl. Zeit des Ortes.	Grösse in Zollen, wovon 12 im Sonnendurchmesser.
Altona	15. Mrz. Nachm. 12 U. 35 M.	15. Mrz. Nachm. 2 U. 56 M.	10½
Augsburg	„ „ „ 12 „ 37 „	„ „ „ 3 „ 10 „	9
Berlin	„ „ „ 12 „ 53 „	„ „ „ 3 „ 22 „	9¾
Bonn	„ „ „ 12 „ 16 „	„ „ „ 2 „ 52 „	10¼
Bremen	„ „ „ 12 „ 29 „	„ „ „ 3 „ 7 „	10¾
Breslau	„ „ „ 12 „ 11 „	„ „ „ 3 „ 36 „	9
Brüssel	„ „ „ 12 „ 2 „	„ „ „ 2 „ 39 „	10¾
Christiania	„ „ „ 12 „ 42 „	„ „ „ 3 „ 8 „	11¾
Copenhagen	„ „ „ 12 „ 50 „	„ „ „ 3 „ 18 „	10¾
Danzig	„ „ „ 1 „ 22 „	„ „ „ 3 „ 46 „	9¾
Dresden	„ „ „ 12 „ 54 „	„ „ „ 3 „ 23 „	9½
Edinburg	„ „ Vorm. 11 „ 30 „	„ „ „ 2 „ 2 „	10¾
Erlangen	„ „ Nachm. 12 „ 38 „	„ „ „ 3 „ 11 „	9½
Genf	„ „ „ 12 „ 9 „	„ „ „ 2 „ 46 „	9¼
Göttingen	„ „ „ 12 „ 33 „	„ „ „ 3 „ 6 „	10
Gotha	„ „ „ 12 „ 37 „	„ „ „ 3 „ 12 „	9¾
Greenwich	„ „ Vorm. 11 „ 39 „	„ „ „ 2 „ 18 „	11¾
Kasan	„ „ Nachm. 3 „ 52 „	„ „ „ 5 „ 56 „	8
Königsberg	„ „ „ 1 „ 32 „	„ „ „ 3 „ 54 „	9½
Krakau	„ „ „ 1 „ 28 „	„ „ „ 3 „ 51 „	8¼
Leiden	„ „ „ 12 „ 6 „	„ „ „ 2 „ 40 „	11
Leipzig	„ „ „ 12 „ 46 „	„ „ „ 3 „ 16 „	9¾
London	„ „ Vorm. 11 „ 40 „	„ „ „ 2 „ 17 „	11½
Manheim	„ „ Nachm. 12 „ 25 „	„ „ „ 3 „ 1 „	9¾
Marseille	„ „ „ 12 „ 2 „	„ „ „ 2 „ 40 „	8¾
Moskau	„ „ „ 2 „ 57 „	„ „ „ 5 „ 8 „	8½
München	„ „ „ 12 „ 41 „	„ „ „ 3 „ 13 „	9
Nikolajew	„ „ „ 2 „ 35 „	„ „ „ 4 „ 42 „	6
Nürnberg	„ „ „ 12 „ 38 „	„ „ „ 3 „ 11 „	9½
Oxford	„ „ Vorm. 11 „ 37 „	„ „ „ 2 „ 12 „	11¾

Ort.	Anfang mittl. Zeit des Ortes.	Ende mittl. Zeit des Ortes.	Grösse in Zollen, wovon 12 im Sonnendurchmesser.
Padua	15. Mrz. Nachm. 12 U. 41 M.	15. Mrz. Nachm. 3 U. 12 M.	8
Palermo	„ „ „ 12 „ 47 „	„ „ „ 3 „ 11 „	5¾
Paris	„ „ Vorm. 11 „ 51 „	„ „ „ 2 „ 29 „	10½
Prag	„ „ Nachm. 1 „ 2 „	„ „ „ 3 „ 31 „	9
Pulkowa	„ „ „ 2 „ 19 „	„ „ „ 4 „ 35 „	10
Stockholm	„ „ „ 1 „ 19 „	„ „ „ 3 „ 42 „	11¼
Upsala	„ „ „ 1 „ 16 „	„ „ „ 3 „ 39 „	11½
Warschau	„ „ „ 1 „ 33 „	„ „ „ 3 „ 57 „	9
Weimar	„ „ „ 12 „ 41 „	„ „ „ 3 „ 14 „	9¾
Wien	„ „ „ 1 „ 8 „	„ „ „ 3 „ 35 „	8¼

Von den hier gemachten Zeitangaben sind ein Theil durch Anwendung der Berechnungen für Königsberg, Dresden und München (Vergl. S. 159 f.) gefunden, die übrigen nach den Mittheilungen des Berl. Jahrb. 1858 bestimmt worden. Aus dem letztgenannten fügen wir noch folgende Ortsbestimmungen in Betreff des Eintrittes des Mondrandes in den Sonnenrand und des Austrittes jenes aus diesem hinzu, wobei QE (Eintritt) und QA (Austritt) die Winkel bezeichnen, welche der Radius der Sonnenscheibe an den Berührungspunkten mit dem Stundenkreise des Sonnenmittelpunktes bildet. Es wird dieser Winkel von Norden durch Osten bis 360° gezählt.

	QE	QA		QE	QA
Altona	237°	47°	Göttingen	238°	44°
Berlin	240°	44°	Königsberg	242°	44°
Bonn	237°	44°	München	243°	38°
Brüssel	235°	46°	Upsala	235°	53°
Copenhagen	236°	49°	Wien	247°	36°

Für Dresden ist $QE = 242°$ und $QA = 42°$. Die Formeln, nach welchen man Q für diejenigen Oerter, deren geographische Lage man kennt, berechnen kann, sind S. 157 angegeben.

Wenn man nach den in der IX. Tabelle angegebenen geographischen Längen und Breiten irgend einen Ort, welcher unter den so eben angeführten nicht enthalten ist, auf Taf. VI eintragen kann und einträgt, so ist es möglich, dadurch aus angezeigtem Finster-

ss-Anfang und Ende der sehr nahe gelegenen Städte, den Anfang d das Ende der Finsterniss für diesen Ort annähernd zu enthmen. Es wird aber diese näherungsweise Bestimmung nur die ringe Genauigkeit einer beiläufigen Abschätzung erhalten.

Die westlichen, südlichen und östlichen Grenzen der Sichtbarit der Finsterniss überhaupt sind ebenfalls auf Taf. V angedeutet. denjenigen Oertern, welche westlicher als die westliche, südlicher die südliche und östlicher als die östliche Grenze liegen, wird Sonnenfinsterniss nicht wahrgenommen. Der Mond erscheint selbst nur mehr oder weniger nahe an der Sonnenscheibe vorüberend, aber er reicht für diese Oerter nicht an dieselbe hinan, er deckt keinen Theil derselben. Diese Grenzlinie der Sichtbarkeit r Finsterniss beginnt in Nordamerika an dem westlichen Theil der iste der Hudsonsbai, zieht sich südlich zu dem Michigansee bis, i der Mündung des Alabama-Flusses, in den Golf von Mexiko, rch den westlichen Theil des Caraibischen Meeres, über die Landge von Panama, trifft Neugranada, Ecuador und Peru, berührt die rdliche Grenze von Laplata, geht durch Brasilien, allmählig nordrts, in das Atlantische Meer, an der Insel Ascension vorüber n mehr und mehr nach Norden in den Golf von Guinea, über die üste zur Landenge von Suez, durchschneidet Kurdistan, den südestlichen Theil des Caspischen Meeres, einen kleinen Theil des nordestlichen China und dringt in das Asiatische Russland fast nur rdwärts bis zwischen Tomsk und Jeniseisk.

Diese Sonnenfinsterniss ist demnach in ganz Europa, im östhen Nord-Amerika, im nördlichen Süd-Amerika, im nordwestlichen rika und im westlichen Asien sichtbar. — Die centrale Verfinsteng kann auf der westlichen Halbkugel nahe am nördlichen Rande n Südamerika und auf der östlichen Halbkugel in einer Linie, lche durch England und Skandinavien geht, beobachtet werden.

Mondfinsterniss den 24. August 1858.

Die Elemente, welche sowohl der graphischen Darstellung als auch der Berechnung dieser Mondfinsterniss zu Grunde zu legen sind, sind (Vgl. Berl. Jahrb. 1858) folgende:

Opposition der Sonne und des Mondes		3h 6m 49s,4 m. Dresd. Z
Länge des Mondes		331° 4′ 0,″0
Stundenbeweg. des Mondes in Länge		31′ 26,″3
Stundenbeweg. der Sonne in Länge		2′ 24,7
Breite des Mondes	—	0° 41′ 39,″7
Stundenbeweg. des Mondes in Breite	+	2′ 52,″6
Parallaxe des Mondes		55′ 43,″5
Parallaxe der Sonne		8,″5
Halbmesser des Mondes		15′ 11,″1
Halbmesser der Sonne		15′ 50,″9

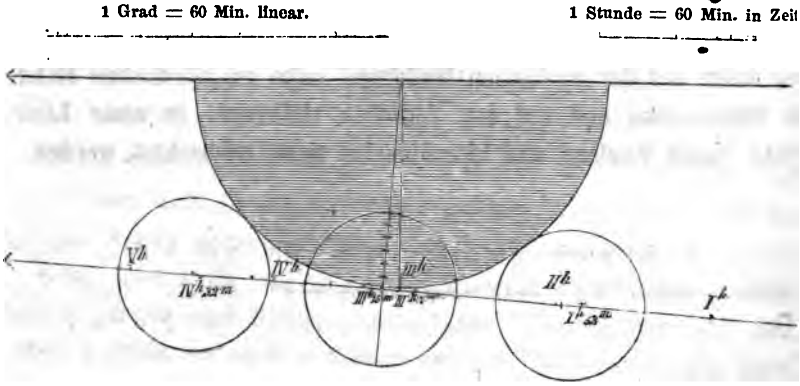
Den 24. August 0h 0m 0s (Mittag 12h) mittl. Dresd. Zeit

Deklination des Mondes	—	12° 28′ 10″
Deklination der Sonne	+	11° 8′ 53″

Den 24. August 12h 0m 0s (Mittern. 12h) m. Dresd. Zeit

Deklination des Mondes	—	9° 39′ 42″
Deklination der Sonne	+	10° 58′ 34″
Zeitgleichung den 24. August . . .	+	2m 13s

1 Grad = 60 Min. linear. 1 Stunde = 60 Min. in Zeit



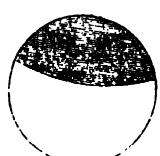
Der Anfang der Mondfinsterniss tritt ein um 1 Uhr Min. mittl. Dresdener Zeit. Da am 24. August die Zeitgleichung 2m (13s) ist, so fällt der Anfang auf 1 Uhr 56 Min. wahre Dresner Zeit. Es ist also Dresden bei dem Beginn der Mondfinsterss um 29° vom allgemeinen Meridian (Mittagsmeridian) nach Osten tfernt. Da nun die Länge von Dresden 31° 24′ ist, so haben ejenigen Oerter soeben Mittag, deren östliche Länge 2° 24′ beägt, und der Mond steht daher im Zenith eines Ortes elcher nahebei 182° östliche Länge und 12° südliche Breite hat, elcher zwischen den Salomons-Inseln und den neuen Hebriden liegt.

Zu dieser Zeit geht der Mond auf im Indischen Ocean, einer von Enderbys-Land nach Vorderindien gehenden Linie, in orderindien und zwar in C. Comorin, Salem, Hyderabad, Beeder, lahabad, im mittleren Tybet, in der mittleren hohen Tartarei, und Russischen Kansk, in Sibirien (Jenisseisk), Seyonka und an der indung der Lena.

Der Mond geht zu dieser Zeit unter im grossen Ocean einer von Grahams-Land nach Californien gehenden Linie, in lifornien, in den Alpen der nordwestlichen Küsten von Amerika, Oregon und in dem nordwestlichen Tafelland.

Mitternacht ist es zu dieser Zeit in Südvictoria, nahe westlich von useeland, in Neu-Caledonien und nahe östlich von Kamtschatka.

Die grösste Verfinsterung beträgt ein wenig mehr als Zoll. Es tritt dieselbe zur Mitte der Finsterniss, um 3 Uhr M. mittlere Dresdener Zeit ein.



Der Mond steht zu dieser Zeit im Zenith eines Ortes, elcher nahebei 163° östl. Länge und 11½° südliche Breite hat, elcher im Korallen-Meer, zwischen Neu-Guinea und der Nordküste n Australien liegt.

Mitternacht ist es zu dieser Zeit auf C. Crose, Wilkes-Land, Australia felix, Neu-Guinea, den Marianen-Inseln, den Kurillen, im Westen des Okhotsker Merres und auf der Insel Lachowsky.

Der Mond geht zu dieser Zeit auf an Oertern zwischen den Prinz Edwards- und Crozets-Inseln, nahe östlich von Madagaskar, im Arabischen Meer, in Biludschistan, Kandahar in Afganisthan, Tunkal in Turan, Kainsk, Narum und Troitzkoj in Sibirien.

Der Mond geht zu dieser Zeit unter an Oertern zwischen St. Paul und Cooper-Inseln und in einer Linie, welche von hier über den grossen Ocean durch das Russische Amerika über C. Alexander und C. Loa in West-Georgis bei der Behringsstrasse in das nördliche Eismeer geht.

Das Ende der Mondfinsterniss findet um 4 Uhr 32 Min. mittl. Dresdener Zeit statt.

Der Mond steht zu dieser Zeit im Zenith eines Ortes, welcher nahebei 144° östliche Länge und 11¼° südliche Breite hat, welcher demnach zwischen Cambridge-Golf und der Insel Sabul gelegen ist. Mitternacht ist es zu dieser Zeit auf C. Arid, der Insel Mindanao, im gelben Meere, auf der Südspitze von Korea u. s. w.

Zu dieser Zeit geht der Mond auf und es wird daher das Ende der Mondfinsterniss bei Sonnenuntergang erblickt: in Südostafrika in der Richtung vom Port Natal über die Südspitze des Niasi-Sees, über das Mondgebirge bis in das rothe Meer bei Anatolo, in Abu, Arisch, Bagdad, im Kaspischen Meere, an der Ostgrenze Europas bei Bereskop, Obdarsk und im Obischen Meerbusen u. s. w.

Der Mond geht zu dieser Zeit unter, man erblickt das Ende der Mondfinsterniss bei Monduntergang an Oertern, welche in der Richtung durch die Grenze zwischen den Gesellschaftsinseln und dem gefährlichen Archipel, westlich bei den Sandwichsinseln vorüber, durch das Behringsmeer, über das Ostcap nach Neusibirien liegen.

Diese Mondfinsterniss ist demnach während ihres ganzen Verlaufes in Australien und Süd-Asien, der Anfang derselben im südwestlichen Nord-Amerika und ihr Ende in Ost-Afrika sichtbar.

Sonnenfinsterniss den 7. September 1858.

Die Elemente der Sonnenfinsterniss, nach denen sowohl der all-
neine Verlauf derselben, als auch die speciellen Orts- und Zeit-
gaben durch Zeichnung dargestellt oder mittels Berechnung ge-
ıden werden können, sind folgende:

ɔnjunction der Sonne und des Mondes		7. Sptbr. $3^h\,11^m\,34{,}1^s$ w. D. Z.
ınge der Sonne und des Mondes		164° 37′ 30,″1
undenbeweg. des Mondes in Länge . . .		34′ 50,″2
undenbeweg. der Sonne in Länge . . .		2′ 25,″7
·eite des Mondes	—	0° 33′ 8,″1
undenbeweg. des Mondes in Breite . .	—	3′ 12,″1
ırallaxe des Mondes		58′ 42,″1
ırallaxe der Sonne		8,″5
ılbmesser des Mondes		15′ 59,″7
ılbmesser der Sonne		15′ 54,″1

ɜn 7. September $0^h\ 0^m\ 0^s$ (Mittag) wahre Dresd. Zeit:

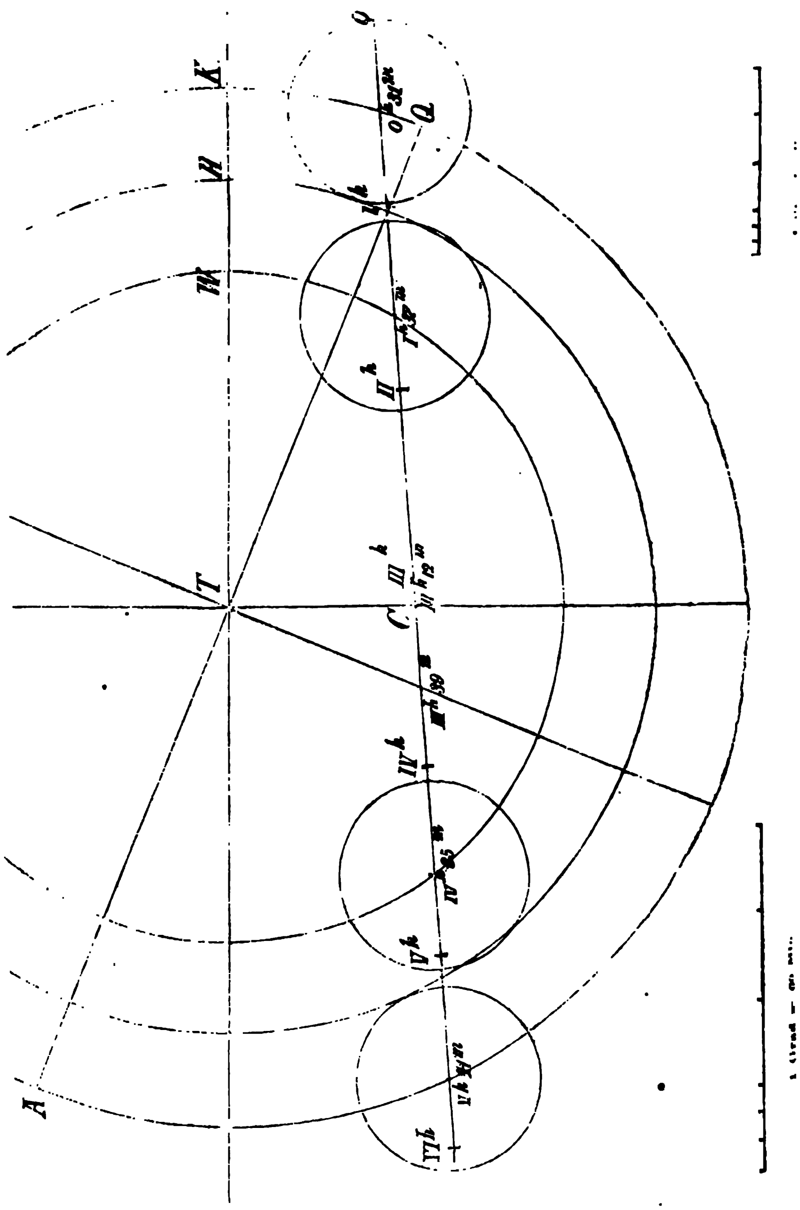
eklination der Sonne	+	6° 6′ 32″
eklination des Mondes	+	6° 25′ 13″

ɜn 7. September $12^h\ 0^m\ 0^s$ (Mitternacht) w. Dr. Zeit:

eklination der Sonne	+	5° 55′ 15″
eklination des Mondes	+	3° 8′ 16″
eitgleichung den 7. September	—	$2^m\ 3^s$

1858 September 7.

	w. Dr. Z.	m. Dr. Z. bürgerlich.
ie Finsterniss überhaupt beginnt	$0^h\ 31^m$ . .	12 U. 29 M. Nachm.
ie totale Finsterniss „	$1^h\ 37^m$ . .	1 „ 35 „ „
ie Finstern. ist tot. im Mittage	$3^h\ 39^m$ . .	3 „ 37 „ „
ie totale Finsterniss endet . .	$4^h\ 35^m$ . .	4 „ 33 „ „
ie Finstern. überhaupt „ . . .	$5^h\ 41^m$ . .	5 „ 39 „ „



In der Zeichnung ist der Verlauf dieser Sonnenfinsterniss im Allgemeinen zur Anschauung gebracht und es sind die aufeinander folgenden Standörter des Mondes in seiner Bahn für Anfang un

Ende der partiellen und (central) totalen Sonnenfinsterniss durch die Darstellung von Mondscheiben angegeben worden.

Der Mondmittelpunkt befindet sich bei dem Anfang der Finsterniss auf der Erde überhaupt im Punkte seiner Bahn, bei welchem die Zeit $0^h\ 31^m$ in der graphischen Darstellung angemerkt ist. Der Mondrand berührt den Kreis, welcher die Grenze des Sonnenrandes andeutet. (S. 58 f.) Diese Randberührung wird an einem Ort der Erde gesehen, welcher 293° östlich von Ferro und unter 7° nördlicher Breite liegt, also im grossen Ocean, nahe südwestlich von der Landenge von Panama.

Bei dem ersten Erscheinen der (centralen) totalen Finsterniss befindet sich der Mondmittelpunkt im Punkte seiner Bahn, bei welchem man $1^h\ 37^m$ angemerkt findet. Dieser Punkt liegt in der Linie des Kreises, welcher die Grenze für die möglichen scheinbaren Oerter des Sonnenmittelpunktes bildet (S. 56 f.). Da der Mond ein wenig grösser erscheint als die Sonne, so überragt der Mondrand ein wenig den Grenzen-Kreis des Sonnenrandes. Diese Stellung entspricht also der central-totalen Phase, und es ist nur diese, hingegen nicht der sehr kurze Zeit vorher erfolgende Beginn der totalen Verfinsterung, dargestellt worden, um nicht durch Ueberhäufung von Linien, die Einsicht in die Zeichnung zu erschweren. Derjenige Ort der Erde, an welchem man zuerst die totale Sonnenfinsterniss erblickt, liegt 278° östlich von Ferro und unter 6° südlicher Breite, also ebenfalls im grossen Ocean.

Wenn der Mondmittelpunkt in seiner Bahn in dem mit $III^h\ 39^m$ bezeichneten Punkt sich befindet, hat die totale Verfinsterung am Mittage statt, und derjenige Ort, an welchem es soeben Mittag ist, da die totale Finsterniss daselbst erblickt wird, liegt 336° 49′ östlich von Ferro, unter 33° 54′ südlicher Breite, also im Atlantischen Ocean, ungefähr in der Mitte zwischen Süd-Georgien und Uruguai.

Ist der Mittelpunkt des Mondes im Punkt $IV^h\ 25^m$ angekommen, so endet die (central-) totale Sonnenfinsterniss auf der Erde. Auch hier ist neben dieser Phase das Ende der totalen Verfinsterung aus dem schon oben angeführten Grunde nicht gezeichnet worden. Der Ort, wo dies Ende der Verfinsterung zuletzt gesehen wird, liegt 41¼° östlich von Ferro, unter 62¼° südlicher Breite, also in der

Grenze zwischen dem Atlantischen Ocean und dem südlichen Eismeer, zwischen den Sandwichsinseln und dem Enderby's-Land.

Gelangt der Mondmittelpunkt in den Punkt V^h 41^m so endet die Sonnenfinsterniss auf der Erde überhaupt. Man erblickt diese letzte Randberührung 29° östlich von Ferro, unter 49½° südlicher Breite, also im Atlantischen Meere zwischen den Inseln Marion und Gough.

Bildet man eine Linie von einem Punkt unfern Truxillo im grossen Ocean an der Ostküste von Peru, 297° östliche Länge und 6° südliche Breite, durch die Nordgrenze von Bolivia, 311° östliche Länge und 10° südliche Breite, südwestlich von Miranda in Brasilien, 324° östliche Länge und 20° südliche Breite, und endlich südlich von Santos, 333° östliche Länge und 30° südliche Breite, in dem Atlantischen Ocean bis 337° östliche Länge und 34° südliche Breite, so erhält man den Lauf der centralen Verfinsterung. Diese Linie hat sowohl nördlich als auch südlich neben sich die Gegenden der ebenfalls totalen (aber nicht centralen) Verfinsterung, so dass letztere auf der Erdoberfläche als ein Streifen von circa 12 Bogen-Minuten Breite erscheinen.

Nach Süden hin reicht die Verfinsterung über die Erde hinaus. Um aber nach Westen, Norden und Osten die Grenzen der Sichtbarkeit derselben annähernd zu erhalten, lege man eine Linie aus dem Punkt 257° östliche Länge und 60° südliche Breite, unfern der Westküste der Osterinsel vorüber, nach Mazatlan und Mexiko, von hier zur Mündung des Rio-Nueces in Texas, durch den Golf von Texas, nahe an der Mündung der Appa in Alabama, hierauf über Florida in das Atlantische Meer, nun südwärts bei St. Paolo über den Aequator an den Inseln Ascension, Helena vorüber, über das Capland und südlich von Natal in den indischen Ocean, westlich von den Prinz Edward's-Inseln zwischen den Crozet-Inseln in Karguelens-Land hindurch bis in das südliche Eismeer 17° östliche Länge und 60° südliche Breite.

Tabellen.

I. Rectascension und Positionswinkel der Sonne.
II. Unterschiede zwischen allgemeinen und geographischen Breiten.
III. Unterschiede zwischen allgemeinen und geographischen Längen.
IV. Geographische Breite. Verbesserte Breite. Erdradius.
V. Deklination der Sonne.
VI. Zeitgleichung.
VII. Verwandlung der Zeit in Bogen und des Bogens in Zeit.
VIII. Mittlere Zeit in Sternzeit und Sternzeit in mittlere Zeit.
IX. Geographische Länge und Breite von 160 Städten.

Tabelle I.

Tag des Jahres. Rectascension und Positionswinkel der Sonne.

Tag.	Rectasc.	Pos.-W.	Tag.	Rectasc.	Pos.-W.	Tag.	Rectasc.	Pos.-W.
1	18h 47m	4°30′ 1″	Mai 5	2h 49m	17° 8′ 20″	Sptbr. 6	11h 0m	22°36′56″
5	19 5	6 23 47	9	3 4	16 3 16	10	14	22 57 43
9	22	8 0 52	13	20	14 49 37	14	28	23 13 6
13	40	9 41 10	17	34	13 41 53	18	11 42	23 23 1
17	57	11 13 1	21	52	12 10 50	22	57	23 27 33
21	20 14	12 41 36	25	4 8	10 46 20	(23)	(12 0)	23 27 37
25	31	14 6 25	29	24	9 19 8	26	12 11	23 25 54
29	47	15 22 22	Juni 2	40	7 49 33	30	26	23 18 1
r. 2	21 3	16 34 8	6	57	6 12 14	Octbr. 4	40	23 4 59
6	20	17 45 25	10	5 13	4 39 1	8	55	22 44 58
10	36	18 47 20	14	30	2 58 43	12	13 10	22 18 52
14	51	19 40 32	18	46	1 23 34	16	24	21 49 7
18	22 7	20 31 47	(21)	(6 0)	(0 0 0)	20	39	21 11 42
22	22	21 14 22	22	6 3	0 17 55	24	55	20 25 42
26	37	21 51 25	26	6 20	1 59 18	28	14 10	19 37 9
rz 2	52	22 22 41	30	36	3 34 14	Nvbr. 1	25	18 43 37
6	23 7	22 48 0	Juli 4	53	5 14 8	5	41	17 41 21
10	22	23 7 11	8	7 9	6 46 48	9	57	16 34 8
14	37	23 20 7	12	26	8 23 24	13	15 14	15 17 44
18	52	23 26 42	16	42	9 52 8	17	30	14 1 32
(20)	(0 0)	(23 27 37)	20	58	11 18 29	21	47	12 36 30
22	0 6	23 27 6	24	8 14	12 41 36	25	16 4	11 7 42
26	20	23 21 56	28	30	14 1 32	29	21	9 35 40
30	35	23 10 2	Aug. 1	45	15 13 5	Dcbr. 3	38	8 0 52
ril 3	49	22 53 43	5	9 1	16 25 25	7	55	6 23 47
7	1 4	22 30 2	9	16	17 29 7	11	17 13	4 39 1
11	19	22 0 20	13	31	18 28 31	15	31	2 52 48
15	33	21 27 21	17	46	19 23 21	19	48	1 11 38
19	48	20 46 35	21	10 1	20 13 15	(22)	(18 0)	(0 0 0)
23	2 3	20 0 27	25	16	20 57 58	23	18 6	0 35 49
27	18	19 9 12	29	30	21 34 50	27	24	2 23 6
1	33	18 13 54	Sptbr. 3	45	22 8 49	31	42	4 9 38

Es sind in dieser Tabelle die Rectascensionen und die denselben zugehörigen Positionswinkel von vier zu vier Tagen aufgezeichnet. Für die zwischenliegenden Tage findet man leicht die entsprechenden Grössen nach einfacher Proportion oder durch Interpolation. Die Rectascensionen sind nur in vollen Minuten, nicht in Sekunden, für das Jahr 1858 (als des 2. nach einem Schaltjahre) angegeben. Tag und Rectascension können bis gegen 2′ von obigen Angaben in andern Jahren abweichen. Die Positionswinkel entsprechen genau den danebenstehenden Rectascensionsgrössen. Die Lage des Positionswinkels, ob östlich oder westlich vom Deklinationskreisbogen, bestimmt man nach den S. 72 und ff. gegebenen Regeln.

Tabelle II.

Unterschiede zwischen den allgemeinen und geographischen Breiten.

[Seite 75 u. ff.]

δ Dekl. der ⊙	α Allgemeine Breite. 10	20	30	40	50	60	70	80	90
1°	0,'1	0,'2	0,'3	0,'4	0,'6	0,'9	1,'4	3'	1° 0
2	0,'4	0,'8	1,'2	1,'8	2,'5	3,'6	5,'8	11,8	2
3	0,'8	1,'7	2,'7	3,'9	5,'6	8,'1	12,'9	26,2	3
4	1,'5	3,'0	4,'8	7,'0	10,'0	14,'5	22,'8	45,8	4
5	2,'3	4,'8	7,'6	10,'0	15,'6	22,'6	35,'5	1° 10,2	5
6	3,'3	6,'9	10,'9	15,'8	22,'3	32,'3	50,'7	1 38,8	6
7	4,'5	9,'3	14,'8	21,'5	30,'4	43,'8	1° 8,'5	2 11,2	7
8	6,'1	12,'2	19 '3	28,'0	39,'7	57,'2	1 28,'8	2 46,8	8
9	7,'5	15,'4	24,'4	35,'5	50,'0	1° 12,'0	1 51,'4	3 25,4	9
10	9,'2	19,'0	30,'1	43,'6	1° 1,'6	1 28,'5	2 16,'2	4 6,3	40
11	11,'3	23,'0	36,'4	52,'7	1 14,'3	1 46,'6	2 43,'0	4 49,5	11
12	13,'1	27,'3	43,'2	1° 2,'6	1 28,'2	2 6,'1	3 11,'8	5 34,5	12
13	15,'6	32,'0	50,'7	1 13,'3	1 43,'2	2 27,'2	3 42,'5	6 20,9	13
14	18,'0	37,'4	58,'7	1 24,'7	1 59,'3	2 49,'7	4 14,'9	7 8,8	14
15	20,'6	42,'6	1° 7,'2	1 37,'2	2 16,'4	3 13,'6	4 48,'9	7 57,8	15
16	23,'4	48,'4	1 16,'4	1 50,'4	2 34,'6	3 38,'7	5 24,'4	8 47,9	16
17	26,'5	54,'5	1 26,'6	2 4,'2	2 53,'8	4 5,'2	6 1,'3	9 38,9	17
18	29,'7	1° 1,'1	1 36,'4	2 18,'9	3 14,'1	4 33,'0	6 39,'5	10 30,6	18
19	33,'0	1 7,'9	1 47,'2	2 34,'7	3 35,'3	5 1,'8	7 18,'9	11 23,0	19
20	36,'6	1 15',1	1 59,'0	2 50,'5	3 57,'5	5 31,'9	7 59,'5	12 16,2	20
21	40,'3	1 22,'7	2 10,'0	3 7,'4	4 20,'6	6 3,'0	8 42,'0	13 9,7	21
22	44,'1	1 30,'8	2 22,'9	3 25,'0	4 44,'6	6 35,'2	9 23,'6	14 4,1	22
23	48,'1	1 40,'0	2 35,'8	3 43,'4	5 9,'5	7 8,'3	10 7,'9	14 58,3	23
23½	50,'2	1 43,'3	2 42,'5	3 52,'8	5 22,'3	7 25,'3	10 29,'2	15 25,7	23½

Tabelle III.

Unterschiede zwischen den allgemeinen und geographischen Längen.

(Seite 80 u. ff.)

δ Dekl. der ⊙	*a.* Allgemeine Breite. 10	20	30	40	50	60	70	80
1°	0°10,′6	0°21,′9	0°34,′6	0°50,′3	1°11,5	1°43,9	2°44,7	5°39,2
2	0 21,2	0 43,7	1 9,2	1 40,8	2 22,9	3 27,5	5 28,6	11 11,7
3	0 31,7	1 5,4	1 43,9	2 30,9	3 34,1	5 10,8	8 11,0	16 31,9
4	0 42,3	1 27,2	2 18,4	3 21,0	4 45,1	6 53,4	10 51,0	21 35,1
5	0 52,8	1 49,0	2 52,8	4 11,0	5 55,8	8 35,1	13 28,0	26 18,2
6	0 63,3	2 10,7	3 27,2	5 0,8	7 6,1	10 15,7	16 1,4	30 39,6
7	1 13,8	2 32,4	4 1,5	5 50,3	8 15,8	11 55,2	18 30,7	34 39,0
8	1 24,3	2 54,0	4 35,7	6 39,6	9 25,2	13 33,2	20 55,5	38 17,0
9	1 34,8	3 15,7	5 9,6	7 28,7	10 34,6	15 9,6	23 15,5	41 34,7
10	1 45,2	3 37,0	5 43,5	8 18,5	11 41,5	16 44,4	25 30,3	44 33,7
11	1 55,6	3 58,4	6 17,2	9 5,8	12 48,7	18 17,3	27 40,0	47 15,5
12	2 6,0	4 19,7	6 50,7	9 53,8	13 55,0	19 48,3	29 44,2	49 42,0
13	2 16,1	4 40,8	7 24,0	10 41,3	15 0,4	21 17,2	31 43,1	51 54,5
14	2 26,6	5 1,9	7 57,1	11 28,5	16 5,0	22 44,1	33 36,7	53 54,8
15	2 36,8	5 22,9	8 29,7	12 15,2	17 8,5	24 8,8	35 25,0	55 44,1
16	2 47,0	5 43,8	9 2,5	13 1,4	18 11,1	25 31,2	37 8,2	57 23,5
17	2 57,1	6 4,4	9 34,9	13 47,0	19 12,6	26 51,4	38 46,5	58 54,4
18	3 7,1	6 25,0	10 6,9	14 32,2	20 13,0	28 9,4	40 19,9	60 17,4
19	3 17,1	6 45,4	10 38,7	15 16,8	21 12,4	29 25,1	41 48,7	61 33,6
20	3 27,1	7 5,7	11 10,2	16 0,8	22 10,6	30 28,5	43 13,2	62 43,6
21	3 37,1	7 25,9	11 41,4	17 6,2	23 7,6	31 49,7	44 33,3	63 48,1
22	3 46,8	7 45,9	12 12,2	17 27,0	24 3,5	32 58,7	45 49,5	64 47,6
23	3 56,4	8 5,7	12 42,8	18 9,1	24 58,2	34 5,3	47 1,9	65 42,7
23½	4 1,3	8 14,7	12 57,9	18 30,0	25 25,1	34 37,9	47 36,7	66 8,7

Tabelle IV.

Geographische Breite. Verbesserte Breite. Log. Entfernung vom Erdmittelpunkt.

Geogr. Breite.	Verb.-Br.	Bog.-Entf. v. Centr.	Geogr. Breite.	Verb.-Br.	Bog.-Entf. v. Centr.	Geogr. Breite.	Verb. Br.	Bog.-Entf. v. Centr.
0°	0° 0′ 0″	0.0000000	30°	29°50′ 3″	9.9996392	60°	59°50′ 1″	9.9989121
1	0 59 36	9.9999996	31	30 49 51	6171	61	60 50 13	88902
2	1 59 12	82	32	31 49 40	5946	62	61 50 26	688
3	2 58 48	61	33	32 49 30	717	63	62 50 40	479
4	3 58 24	30	34	33 49 21	484	64	63 50 55	275
5	4 58 0	891	35	34 49 12	248	65	64 51 10	077
6	5 57 37	843	36	35 49 4	009	66	65 51 26	7884
7	6 57 13	786	37	36 48 57	4767	67	66 51 42	697
8	7 56 50	721	38	37 48 50	522	68	67 51 59	517
9	8 56 27	648	39	38 48 45	276	69	68 52 17	342
10	9 56 5	566	40	39 48 40	027	70	69 52 35	174
11	10 55 42	476	41	40 48 36	3777	71	70 52 54	013
12	11 55 20	377	42	41 48 33	525	72	71 53 13	[illegible]
13	12 54 58	271	43	42 48 31	273	73	72 53 33	[illegible]
14	13 54 37	157	44	43 48 30	019	74	73 53 53	573
15	14 54 16	035	45	44 48 29	2766	75	74 54 14	441
16	15 53 55	8905	46	45 48 30	512	76	75 54 35	317
17	16 53 35	768	47	46 48 31	258	77	76 54 56	201
18	17 53 15	624	48	47 48 33	005	78	77 55 18	093
19	18 52 56	472	49	48 48 36	1753	79	78 55 40	5993
20	19 52 37	314	50	49 48 39	502	80	79 56 3	901
21	20 52 19	149	51	50 48 44	252	81	80 56 26	815
22	21 52 1	7977	52	51 48 49	005	82	81 56 49	743
23	22 51 44	799	53	52 48 55	0759	83	82 57 12	676
24	23 51 28	614	54	53 49 2	515	84	83 57 36	619
25	24 51 12	424	55	54 49 10	275	85	84 58 0	570
26	25 50 57	228	56	55 49 19	037	86	85 58 24	530
27	26 50 42	027	57	56 49 28	89802	87	86 58 48	498
28	27 50 28	6820	58	57 49 38	571	88	87 59 12	476
29	28 50 15	608	59	58 49 49	344	89	88 59 36	463
30	29 50 3	392	60	59 50 1	121	90	90 0 0	9.9985456

Tabelle V.

Deklination der Sonne 1858.

[Für andere Jahre sind die in dieser Tabelle enthaltenen Angaben annähernd (bis auf Verschiedenheit in einigen Minuten) richtig.]

…a.	° ′	März	° ′	Mai	° ′	Juli	° ′	Spt.	° ′	Nvbr.	° ′
1	— 23 1,1	2	— 7 12,6	1	+ 15 3,7	4	+ 22 54,5	2	+ 7 57,6	1	— 14 25,8
5	— 22 37,6	6	— 5 40,3	5	+ 16 14,3	8	+ 22 30,5	6	+ 6 29,0	5	— 15 40,9
9	— 22 6,9	10	— 4 6,8	9	+ 17 20,7	12	+ 22 0,4	10	+ 4 58,6	9	— 16 51,9
3	— 21 29,6	14	— 2 32,4	13	+ 18 22,4	16	+ 21 24,2	14	+ 3 26,9	13	— 17 58,4
7	— 20 45,1	18	— 0 57,6	17	+ 19 19,2	20	+ 20 42,1	18	+ 1 54,2	17	— 18 59,7
1	— 19 54,5	22	+ 0 37,2	21	+ 20 10,7	24	+ 19 54,6	22	+ 0 20,9	21	— 19 55,6
5	— 18 58,1	26	+ 2 11,6	25	+ 20 56,8	28	+ 19 1,7	26	— 1 12,7	25	— 20 45,8
9	— 17 56,1	30	+ 3 45,2	29	+ 21 37,0	Aug.		30	— 2 46,3	29	— 21 29,7
…r.		April		Juni		1	+ 18 3,8	Octb.		Dec.	
2	— 16 49,0	3	+ 5 17,7	2	+ 22 11,4	5	+ 17 1,1	4	— 4 19,5	3	— 22 7,1
6	— 15 37,2	7	+ 6 48,8	6	+ 22 39,5	9	+ 15 54,1	8	— 5 51,8	7	— 22 37,6
[illegible]	— 14 21,1	11	+ 8 18,0	10	+ 23 1,3	13	+ 14 42,9	12	— 7 22,9	11	— 23 1,1
[illegible]	— 13 1,2	15	+ 9 45,0	14	+ 23 16,6	17	+ 13 28,0	16	— 8 52,4	15	— 23 17,2
8	— 11 38,0	19	+ 11 9,5	18	+ 23 25,3	21	+ 12 9,7	20	— 10 19,8	19	— 23 25,9
2	— 10 11,8	23	+ 12 31,0	22	+ 23 27,5	25	+ 10 48,3	24	— 11 44,8	23	— 23 27,1
6	— 8 43,2	27	+ 13 49,1	26	+ 23 23,0	29	+ 9 24,2	28	— 13 6,9	27	— 23 20,8
…rz		Mai		30	+ 23 12,0	Spt.		Nvbr.		29	— 23 14,8
2	— 7 12,6	1	+ 15 3,7	Juli		2	+ 7 57,6	1	— 14 25,8	31	— 23 6,9

Interpolation.

Man findet die Deklination der Sonne für diejenigen Tage, welche in der Tabelle nicht angegeben sind, durch Interpolation. Man schreibe die zwei dem betreffenden Tage in der Zeit vorhergehenden und nachfolgenden Angaben untereinander, und subtrahire algebraisch dann die stets vorhergehende Angabe von der nächstfolgenden. Dies giebt die ersten Differenzen (drei), welche bei positiver Deklination positiv sind, wenn die Angaben zunehmen, hingegen negativ, wenn dieselben abnehmen und umgekehrt bei negativer Deklination. Hierauf ziehe man die stets vorhergehende Differenzgrösse von der nächstfolgenden ebenfalls algebraisch ab. Dies giebt die zweiten Differenzen (zwei). Von den ersten Differenzen wähle man diejenige, welche zwischen der zweiten und dritten Angabe liegt, von den zweiten Differenzen nehme man die Hälfte der Summe, und sowohl von jener als auch von dieser berechnet man $\frac{1}{4}$, $\frac{2}{4}$ oder $\frac{3}{4}$, je nachdem 1 Tag oder 2 Tage oder 3 Tage nach dem Tage der zweiten

Angabe derjenige Tag liegt, für welchen die Deklination bestimmt werden soll. Die dadurch gefundenen Werthe werden zu der zweiten Angabe addirt, und zwar der erste Differenzwerth mit seinem Vorzeichen, der zweite Differenzwerth mit entgegengesetztem Zeichen.

Z. B. 15. März Deklination ?

		I. Diff.	II. Diff.
10 M. . . .	— 4° 6,'8		
		+ 1° 34,'2	
14 „ . . .	— 2 32,'4		+ 0,'6
		+ 1 34,'8	
18 „ . . .	— 0 57,'6		+ 0,'0
		+ 1 34,'8	
22 „ . . .	+ 0 37,'2		

¼ × + 1° 34,'8 = + 0° 23,7

¼ × + 0 0,'3 = + 0 0,07

14. März . .	—	2° 32,40
I. Diff. . .	+	23,70
II. „ . .	—	0,07
Deklination 15. März . .	—	2° 8,'77

Dieses Interpolations-Verfahren lässt sich auch auf andere Reihen anwenden. Man hat aber, nachdem man die Differenzen gebildet hat, darauf zu achten, dass man zur Berechnung der Differenzwerthe das richtige Verhältniss zwischen dem Intervall der Angaben und dem Abstand der gesuchten Grösse aufstelle. Hier ist das Intervall 4 Tage und der Abstand im Beispiel 1 Tag. In der Zeitgleichungsreihe ist das Intervall 2 Tage und der Abstand 1 Tag, in der Rectascensions-Reihe u. s. w. ist das Intervall 4 Tage und der Abstand 1, 2 oder 3 Tage anzusetzen.

Tabelle VI.

Zeitgleichung für 1858.

[Für andere Jahre sind die in der Tabelle enthaltenen Differenzen zwischen mittl. und wahr. Zeit (zwischen gewöhnlichen und Sonnen-Uhren) annähernd (bis auf Verschiedenheit in Sekunden) richtig.]

m. sek.	Mrz.	m. sek.	Mai	m. sek.	Juli	m. sek.	Sept.	m. sek.	Nvbr.	m. sek.
+ 3 50	2	+ 12 23	1	— 3 3	2	+ 3 37	2	— 0 25	1	— 16 17
4 46	4	11 57	3	17	4	59	4	1 3	3	19
5 40	6	30	5	29	6	4 20	6	43	5	16
6 34	8	0	7	39	8	40	8	2 23	7	11
7 24	10	10 30	9	46	10	58	10	3 4	9	2
8 13	12	9 58	11	52	12	5 15	12	45	11	15 50
59	14	24	13	54	14	29	14	4 27	13	34
9 43	16	8 50	15	55	16	42	16	5 9	15	15
10 24	18	15	17	52	18	52	18	52	17	14 53
11 2	20	7 39	19	49	20	6 0	20	6 34	19	27
37	22	3	21	43	22	7	22	7 16	21	13 59
12 9	24	6 26	23	34	24	11	24	58	23	27
38	26	5 49	25	24	26	12	26	8 38	25	12 52
13 3	28	12	27	12	28	11	28	9 19	27	13
26	30	4 35	29	2 58	30	8	30	58	29	11 32
45	April		31	42	Aug.		Octb.		Dec.	
	1	+ 35 8	Juni		1	6 2	2	— 10 37	1	— 10 48
+ 14 0	3	22	2	— 2 24	3	5 54	4	11 14	3	2
13	5	2 46	4	5	5	44	6	49	5	9 13
22	7	11	6	1 44	7	31	8	12 23	7	8 22
28	9	1 37	8	22	9	16	10	55	9	7 28
31	11	4	10	0 59	11	4 59	12	13 25	11	6 33
31	13	0 33	12	34	13	39	14	54	13	5 37
27	15	+ 0 2	14	— 0 9	15	17	16	14 20	15	4 40
21	17	— 0 27	16	+ 0 16	17	3 53	18	44	17	3 41
12	19	54	18	42	19	27	20	15 6	19	2 42
0	21	1 20	20	1 8	21	2 59	22	25	21	1 42
13 46	23	45	22	34	23	29	24	41	23	— 0 41
29	25	2 7	24	59	25	1 57	26	55	25	+ 0 17
9	27	28	26	2 25	27	24	28	16 6	27	1 17
12 47	29	46	30	3 14	31	0 13	30	13	31	3 14

Bemerkungen. Wenn das Zeichen + vor der Minutenzahl steht, so addirt man die angegebenen Minuten und Sekunden zu (Mittag) 12 Uhr, wenn das Zeichen — vor derselben steht, so subtrahirt man die angegebenen Minuten und Sekunden von (Mittag) 12 Uhr, um die Zeit des wahren Mittags (des Durchganges der Sonne durch den Meridian) zu erhalten, z. B. 15. Apr. ist der wahre Mittag um $12^h\ 0^m\ 2^s$ mittl. Z.; 17. Apr. um $11^h\ 59^m\ 33^s$. Die wahre Zeit ist derjenigen gleich, welche die Sonnenuhren anzeigen.

Wenn kein Zeichen + oder — vor der Minutenzahl steht, so gilt das in der Rubrik zunächst darüber stehende Zeichen. Wenn keine Minuten angegeben sind, so gilt die darüber stehende Minutenzahl. Die Zahl für die nicht angeführten Tage findet man, indem man die Zahlen des vorhergehenden und folgenden Tages addirt und die Summe halbirt. Z. B. Für 15. März findet man auf diese Weise $+ 9^m\ 7^s$, für 24. Dec. — 12^s.

Tabelle VII.

Verwandlung der Zeit in Bogen						Verwandlung des Bogens in Zeit					
Zeit Stunden	Bog. Grade	Zeit Min. Sek.	Bogen. Gr. Min. Min. Sek.	Zeit Min. Sek.	Bogen St. Min. Min. Sek.	Bog. Grad Min. Sek.	Zeit St. Min. M. Sek. S. Tert.	Bog. Grad Min. Sek.	Zeit St. Min. M. Sek. S. Tert.	Bog. Grad	Zeit St. Min.
1	15	1	0 15	10	2 30	1	0 4	10	0 40	70	4 40
2	30	2	0 30	12	3 0	2	0 8	12	0 48	80	5 20
3	45	3	0 45	15	3 45	3	0 12	15	1 0	90	6 0
4	60	4	1 0	20	5 0	4	0 16	20	1 20	100	6 40
5	75	5	1 15	30	7 30	5	0 20	30	2 0	120	8 0
6	90	6	1 30	40	10 0	6	0 24	40	2 40	180	12 0
12	180	7	1 45	45	11 15	7	0 28	45	3 0	270	18 0
18	270	8	2 0	50	12 30	8	0 32	50	3 20	300	20 0
24	360	9	2 15	60	15 0	9	0 36	60	4 0	360	24 0
Zeit Sek.	Bog. Sek.	Zeit Sek.	Bogen Sek.	Zeit Sek.	Bogen Sek.	Bog. Sek.	Zeit Sek.	Bog. Sek.	Zeit Sek.	Bog. Sek.	Zeit Sek.
0,1	1,5	0,4	6,0	0,7	10,5	0,1	0,007	0,4	0,027	0,7	0,047
0,2	3,0	0,5	7,5	0,8	12,0	0,2	0,013	0,5	0,034	0,8	0,054
0,3	4,5	0,6	9,0	0,9	13,5	0,3	0,020	0,6	0,040	0,9	0,060

Eine Tertie ist der sechzigste Theil von einer Sekunde. In der ersten Tabelle gehören zu Zeitminuten Bogen-Grade und Minuten, zu Zeitsekunden gehören Bogen-Minuten und -Sekunden. In der zweiten Tabelle gehören zu Bogengraden Stunden und Zeitminuten, zu Bogenminuten gehören Zeit-Minuten und -Sekunden, zu Bogensecunden gehören Zeit-Sekunden und -Tertien.

Tabelle VIII.

Mittlere Zeit in Sternzeit						Sternzeit in mittlere Zeit					
Stunden		Minuten		Sekunden		Stunden		Minuten		Sekunden	
…tl. …it	Sternzeit	Mittl. Zeit	Sternzeit	Mittl. Zeit	Sternzeit	Stern-Zeit	Mittl. Zeit	Stern-Zeit	Mittl. Zeit	Stern-Zeit	Mittl. Zeit
1h	1° 0m 10s	1h	1m 0,s2	1s	1,s00	1h	0h59m50s	1m	0m 59,s8	1s	0,s99
2	2 0 20	2	2 0,3	2	2,00	2	1 59 40	2	1 59,7	2	1,99
3	3 0 30	3	3 0,5	3	3,01	3	2 59 31	3	2 59,5	3	2,99
4	4 0 39	4	4 0,7	4	4,01	4	3 59 21	4	3 59,3	4	3,99
5	5 0 49	5	5 0,8	5	5,01	5	4 59 11	5	4 59,2	5	4,98
6	6 0 59	10	10 1,6	10	10,02	6	5 59 1	10	9 58,4	10	9,97
7	7 1 9	15	15 2,5	15	15,04	7	6 58 1	15	14 57,5	15	14,96
8	8 1 19	20	20 3,3	20	20,05	8	7 58 41	20	19 56,7	20	19,94
2	12 1 58	30	30 4,9	30	30,08	12	11 58 2	30	29 55,1	30	29,92
6	16 2 38	40	40 6,6	40	40,11	16	15 57 23	40	39 53,5	40	39,89
0	20 3 47	50	50 8,2	50	50,14	20	19 56 43	50	49 51,8	50	49,86
4	24 3 57	60	60 9,9	60	60,16	24	23 56 4	60	59 50,2	60	59,84

Der Zeiger der Sternuhr eilt dem Zeiger der nach mittlerer Sonne gehenden Uhr v[illegible]aus. Nach 365 Tagen und circa 6 Stunden (mittl. Sonnenzeit) treffen die beiden Zeiger wieder zusammen. Mit der Sternzeit steht die Rectascension und Deklination in Verbindung. In jedem Jahre sind die Rectascensionen und Deklinationen am Mittage eines Tages so gross, wie dieselben im Jahre vorher an demselben Tage 6 Stunden früher waren, im Schaltjahr jedoch vom 1. März an so gross, wie sie einen Tag später um 6 Stunden früher waren. Nach je 4 Jahren sind Rectascensionen und auch die Deklinationen an gleichen Tagen des Jahres am Mittage sehr nahe einander gleich.

Geographische Breite und Länge von 160 Städten.

(Die Breite ist nördlich, die Länge östlich von Ferro.)

	Breite.			Länge.		
Altenburg	50°	59′	4″	30°	6′	3″
Altona*	53	32	45	27	36	13
Amsterdam	52	22	17	22	32	30
Annaberg	50	31	55	30	40	5
Ansbach	49	18	13	28	14	8
Athen	37	58	8	41	23	30
Auerbach	50	30	44	30	3	40
Augsburg	48	21	46	28	34	27
Baireuth	49	56	51	29	20	0
Bamberg	49	53	28	28	32	46
Barmen	51	16	19	24	51	43
Basel	47	33	36	25	15	12
Bautzen	51	11	10	32	5	26
Bergamo	45	41	55	7	20	53
Berlin*	52	30	17	31	3	25
Bern*	46	57	6	25	6	11
Bernburg	51	47	47	29	24	35
Bilk*	51	12	25	24	25	55
Bischofswerda	51	7	55	31	50	53
Bogenhausen	48	8	45	29	16	7
Bologna	44	29	51	29	0	36
Bonn*	50	43	45	24	45	45
Bordeaux	44	50	14	17	5	43
Brandenburg	51	32	45	30	54	0
Braunschweig	52	16	11	28	11	6
Bregenz	47	30	30	27	23	40
Bremen*	53	4	36	26	28	36
Breslau	51	6	56	34	42	8

Anm. Bei den mit * versehenen Oertern sind die Angaben astronomisch genau (nach d. Berl. Jahrb.), bei den übrigen Oertern ist vollständige Sicherheit astronomischer Genauigkeit nicht vorhanden. In Betreff der letzteren werden mir genaue nach zuverlässigen Messungen gemachte Mittheilungen zu anderweitiger zweckmässiger Benutzung sehr willkommen sein. Dr. A. Drechsler. Dresden.

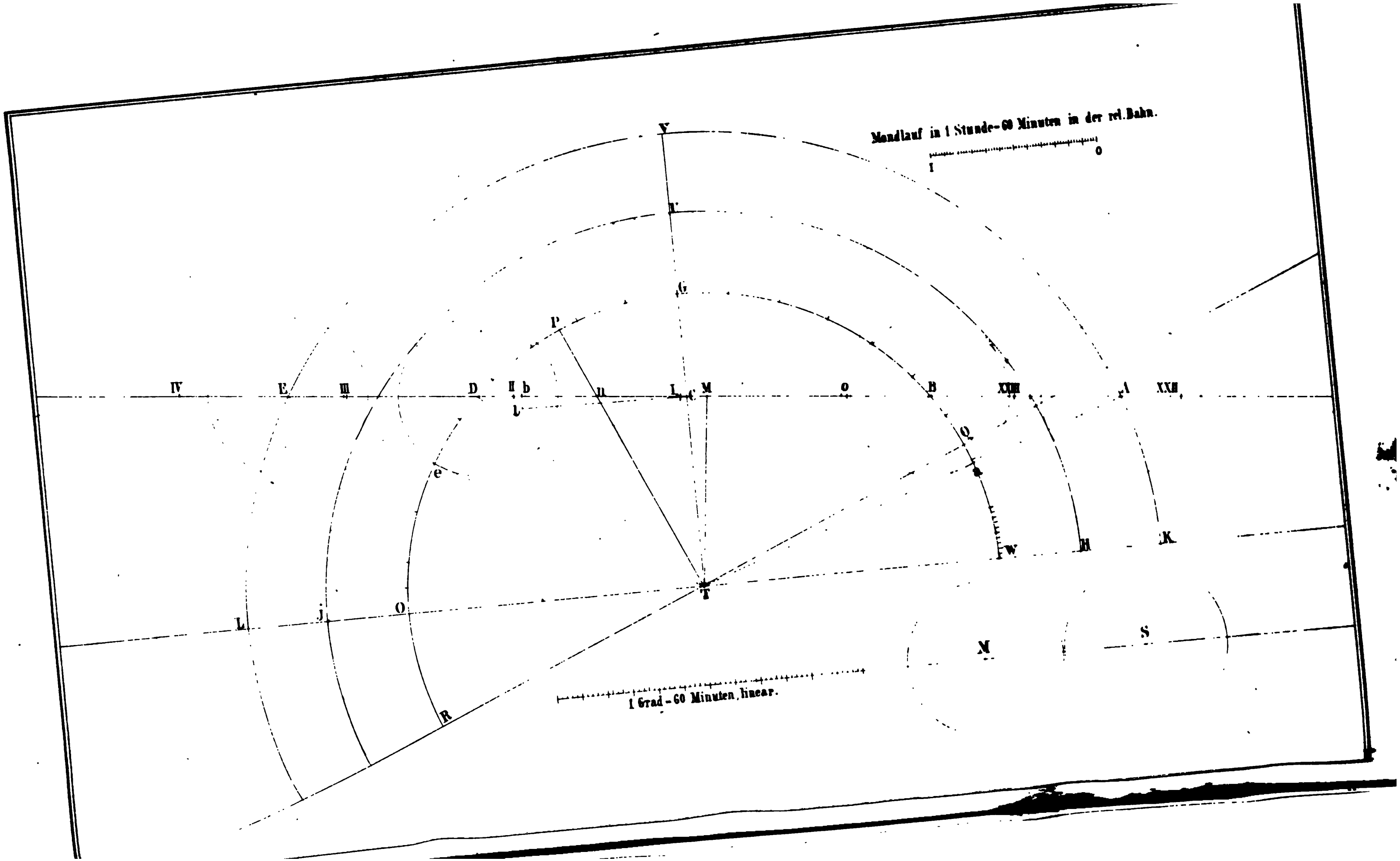
	Breite.			Länge.		
Brünn	49°	11′	39″	34°	16′	30″
Brüssel*	50	51	11	22	1	32
Budweis	49	38	0	33	26	54
Carlsbad	50	13	38	30	32	47
Cassel	51	19	20	27	15	3
Celle	52	37	31	27	44	32
Chemnitz	50	49	30	30	34	0
Christiania*	59	54	44	28	23	20
Clausthal	51	48	30	28	0	17
Coburg	50	15	18	28	37	45
Constantinopel	41	1	27	46	35	15
Copenhagen*	55	40	53	30	14	35
Cuxhaven	53	52	21	26	22	58
Danzig*	54	21	18	36	20	53
Darmstadt	49	56	24	26	14	30
Dessau	51	49	16	29	56	45
Dorpat*	58	22	47	44	23	23
Dover	51	7	47	18	58	45
Dresden*	51	3	22	31	24	8
Düsseldorf	51	13	42	2	26 4	13
Dublin*	53	23	13	11	19	8
Edinburg*	55	57	23	14	28	44
Eisenach	50	58	55	27	57	30
Emden	53	22	3	24	50	43
Erfurt	50	58	45	28	42	13
Erlangen	49	35	36	28	43	45
Florenz*	43	56	41	28	55	30
Frankfurt a. M.	50	6	43	26	1	0
Frankfurt a. O.	52	22	8	32	13	45
Freiberg	50	54	30	30	59	15
Freiburg i. B.	47	59	46	25	31	1
Fulda	50	33	44	27	20	9
Genf*	46	11	59	23	49	3
Genua	44	25	0	26	37	42
Gera	50	53	22	29	43	46

	Breite.			Länge.		
Glatz	50°	26′	10″	34°	18′	36″
Glauchau	56	49	0	30	12	10
Giessen	50	35	24	26	20	31
Gotha*	50	56	5	28	23	33
Göttingen*	51	31	48	27	36	12
Görlitz	51	9	15	32	38	42
Grätz	47	4	20	33	6	26
Greifswalde	54	4	35	31	12	58
Greenwich	51	28	38	17	39	38
Grimma	51	14	8	30	23	17
Halle	51	39	34	29	37	43
Hamburg	53	33	7	27	38	9
Hannover	52	22	25	27	24	0
Heidelberg	49	24	43	26	21	23
Heilbronn	49	8	34	26	52	57
Hildesheim	52	9	12	27	36	55
Innsbruck	47	16	10	29	3	44
Jena	50	56	28	29	17	0
Karlsruhe	49	0	50	26	4	21
Kiel	64	19	43	27	48	0
Köln	50	56	32	24	37	25
Königsberg*	54	42	50	38	9	45
Krems	48	21	30	33	15	45
Landau	49	11	49	25	46	32
Leiden*	52	9	27	22	9	0
Leipzig*	51	20	21	30	2	11
Linz	48	18	19	31	57	3
Lissabon	38	42	24	8	31	15
London*	51	31	30	17	30	21
Luzern	47	3	22	25	58	42
Lübeck	53	51	18	28	20	30
Lüneburg	53	15	5	27	3	57
Lyon	45	45	58	22	29	15
Madrid	40	24	57	13	52	30
Magdeburg	52	8	4	29	8	45

	Breite.			Länge.		
Mailand*	45°	28′	1″	26°	51′	18″
Malta	35	53	50	32	11	7
Manheim*	49	29	13	26	7	31
Marburg	50	48	59	26	25	58
Marseille	43	17	49	23	1	53
Meiningen	50	35	26	28	4	0
Meissen	51	10	5	31	8	17
Merseburg	51	21	45	29	39	43
Mitau	56	39	5	41	23	36
Moskau*	55	45	20	55	13	51
München*	48	8	45	29	16	15
Münster	51	57	52	25	17	35
Naumburg	51	9	28	29	27	44
Neapel*	40	51	47	31	54	42
Nikolajew*	46	58	21	49	38	24
Nürnberg	49	26	55	28	44	0
Odessa	46	28	55	48	23	49
Ofen	47	29	10	36	42	46
Oldenburg	53	8	22	25	52	52
Olmütz*	49	35	43	34	56	33
Osnabrück	52	16	29	25	42	25
Ostende	51	13	57	20	35	0
Oxford*	51	45	36	16	23	59
Palermo*	38	6	44	31	1	2
Paris*	48	50	13	20	0	0
Passau	48	34	38	31	7	51
Petersburg*	59	56	30	47	58	1
Pilsen	49	45	10	31	3	1
Plauen	50	29	44	9	47	55
Potsdam	52	24	45	30	44	46
Prag*	50	5	19	32	5	39
Presburg	48	8	7	34	50	30
Quedlinburg	51	47	58	28	47	30
Regensburg	49	0	53	29	46	0
Riga	56	57	5	41	47	0

	Breite.			Länge.		
Rom*	41	53	52	30	8	30
Ronneburg	50	51	44	29	50	50
Rostock	54	5	29	29	48	33
Rudolstadt	50	43	51	29	0	30
Salzburg	47	47	45	30	42	44
Schleiz	50	35	0	29	28	16
Schleswig	54	31	8	27	13	53
Schwerin	53	41	58	29	4	53
Sondershausen	51	22	33	28	30	0
Speyer*	49	18	55	26	6	15
Stockholm*	59	20	34	35	43	20
Strassburg	48	54	56	25	24	30
Stuttgart	48	46	15	26	50	45
Trier	48	31	10	26	42	51
Triest	45	38	37	31	26	12
Turin*	45	4	6	25	21	44
Tübingen	48	31	10	26	42	51
Ulm	48	23	20	27	38	45
Utrecht	52	5	31	22	47	0
Venedig*	45	25	50	30	0	59
Verona	45	26	7	28	39	0
Warschau*	52	13	5	38	41	25
Weimar	50	59	12	29	0	45
Wien*	48	12	36	34	2	40
Wittenberg	51	52	39	30	25	15
Würzburg	49	46	6	27	35	15
Zürich	47	22	33	26	11	15

Druck von E. Blochmann & Sohn in Dresden.


Mondlauf in 1 Stunde-60 Minuten in der rel. Bahn.
1 Grad-60 Minuten, linear.

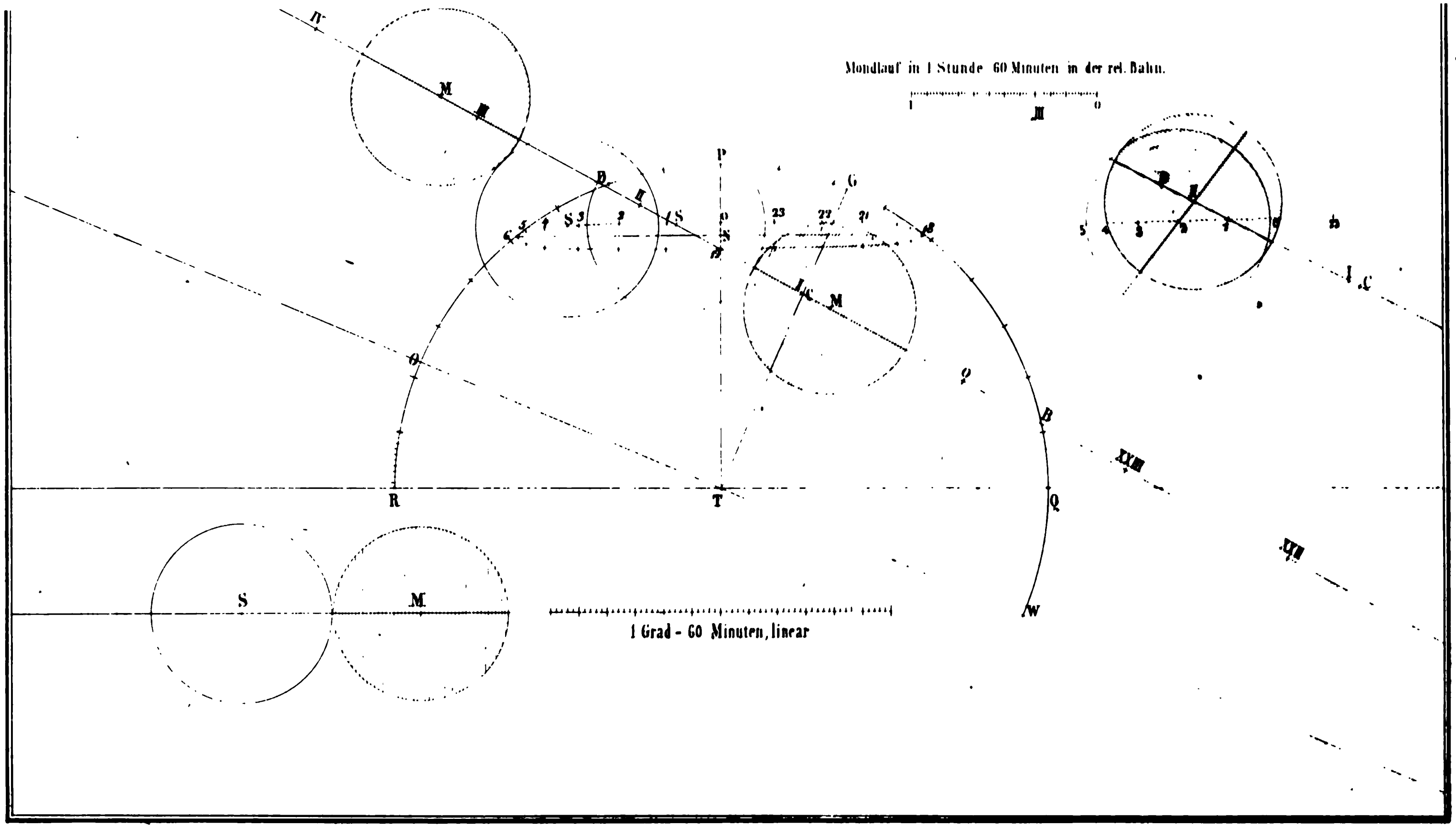

Mondlauf in 1 Stunde 60 Minuten in der rel. Bahn.
1 Grad - 60 Minuten, linear
M
S
P
T
R
Q
W
B
G



Fig. 1

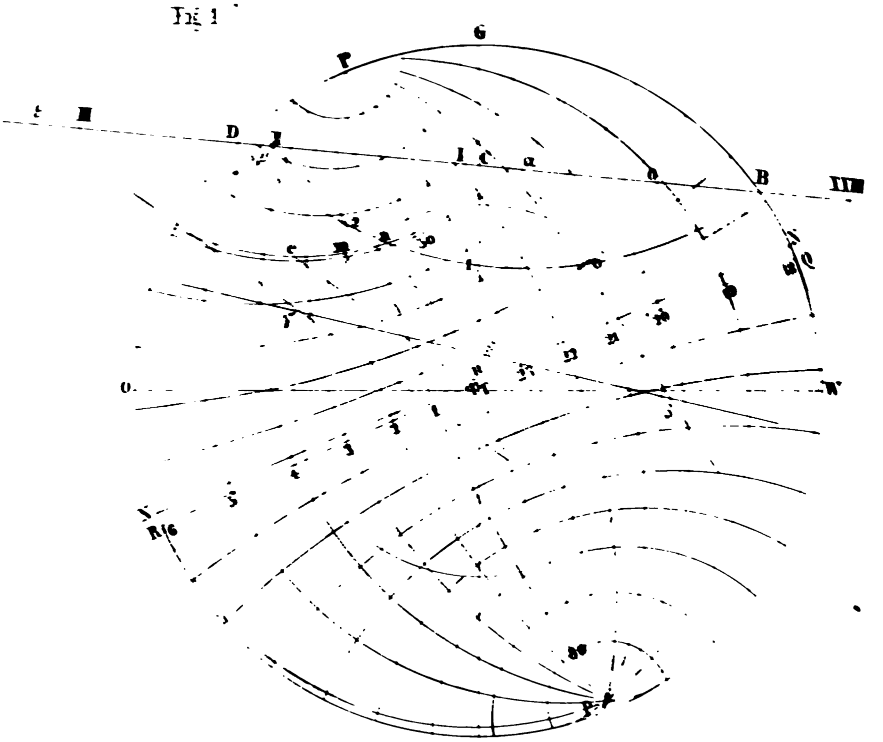


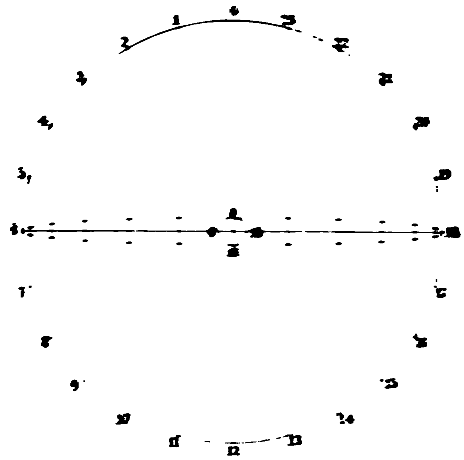
Fig. 2.

Tang.



Sin.

Fig. 1



Construction der Ellipse des Parallelkreises für Dresden (51° 3′ 22,5 n. B.) bei Declination der Sonne 2° 3′.

Fig. 2

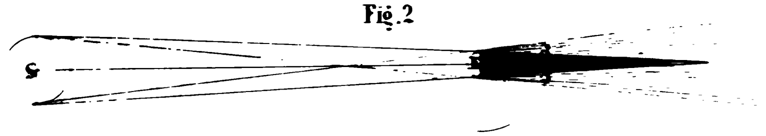


Fig. 3

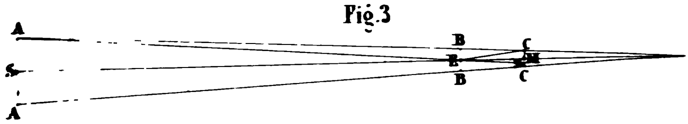
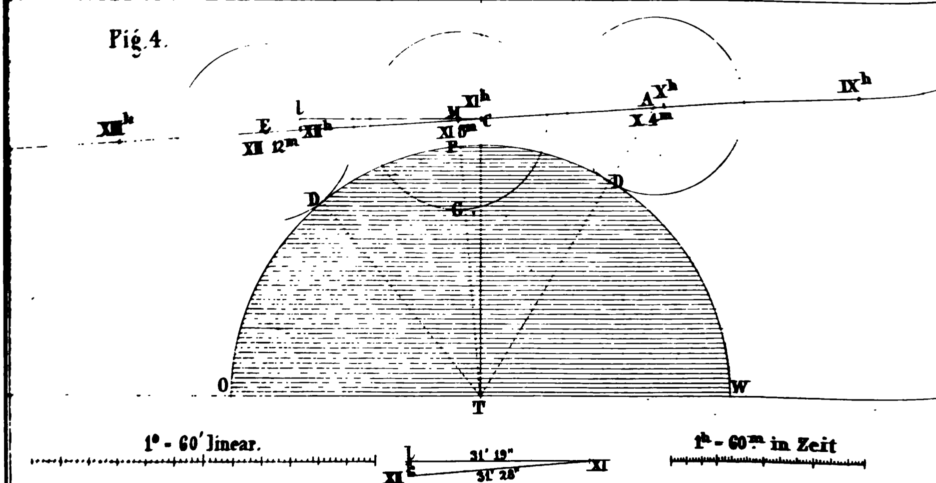
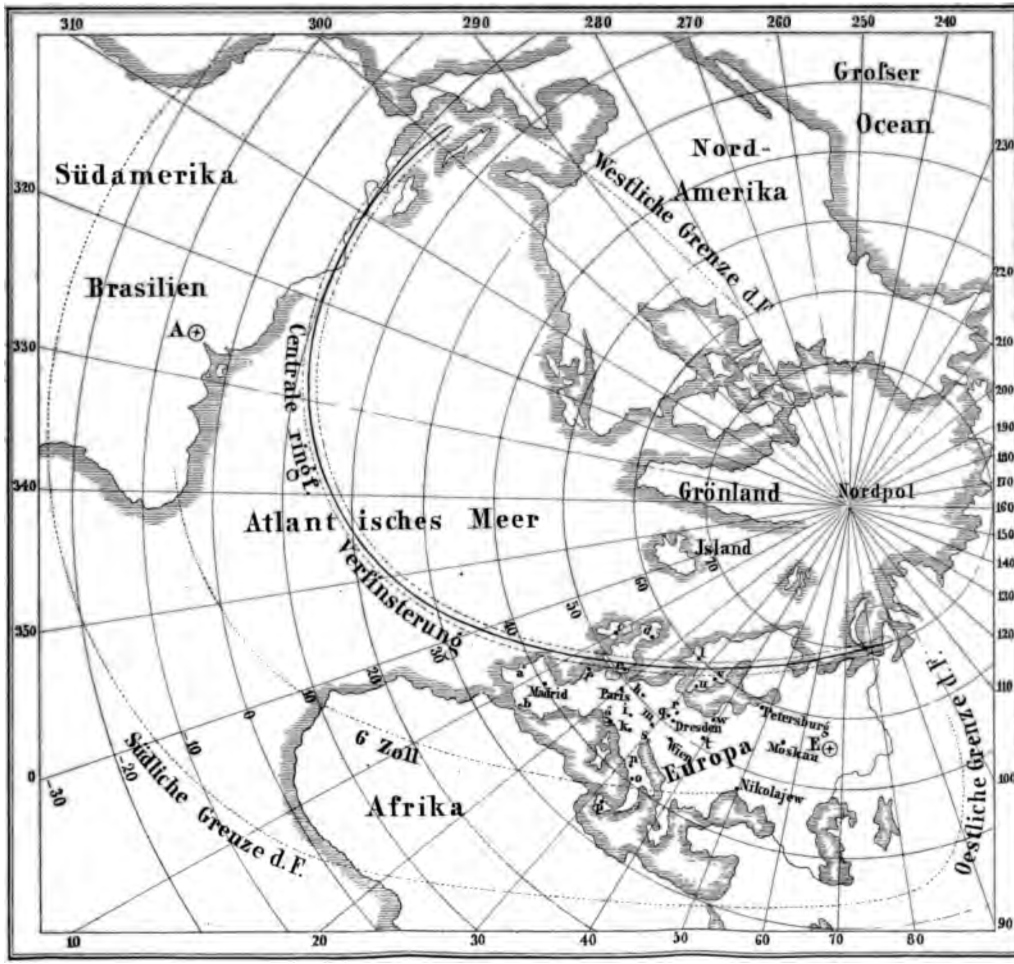


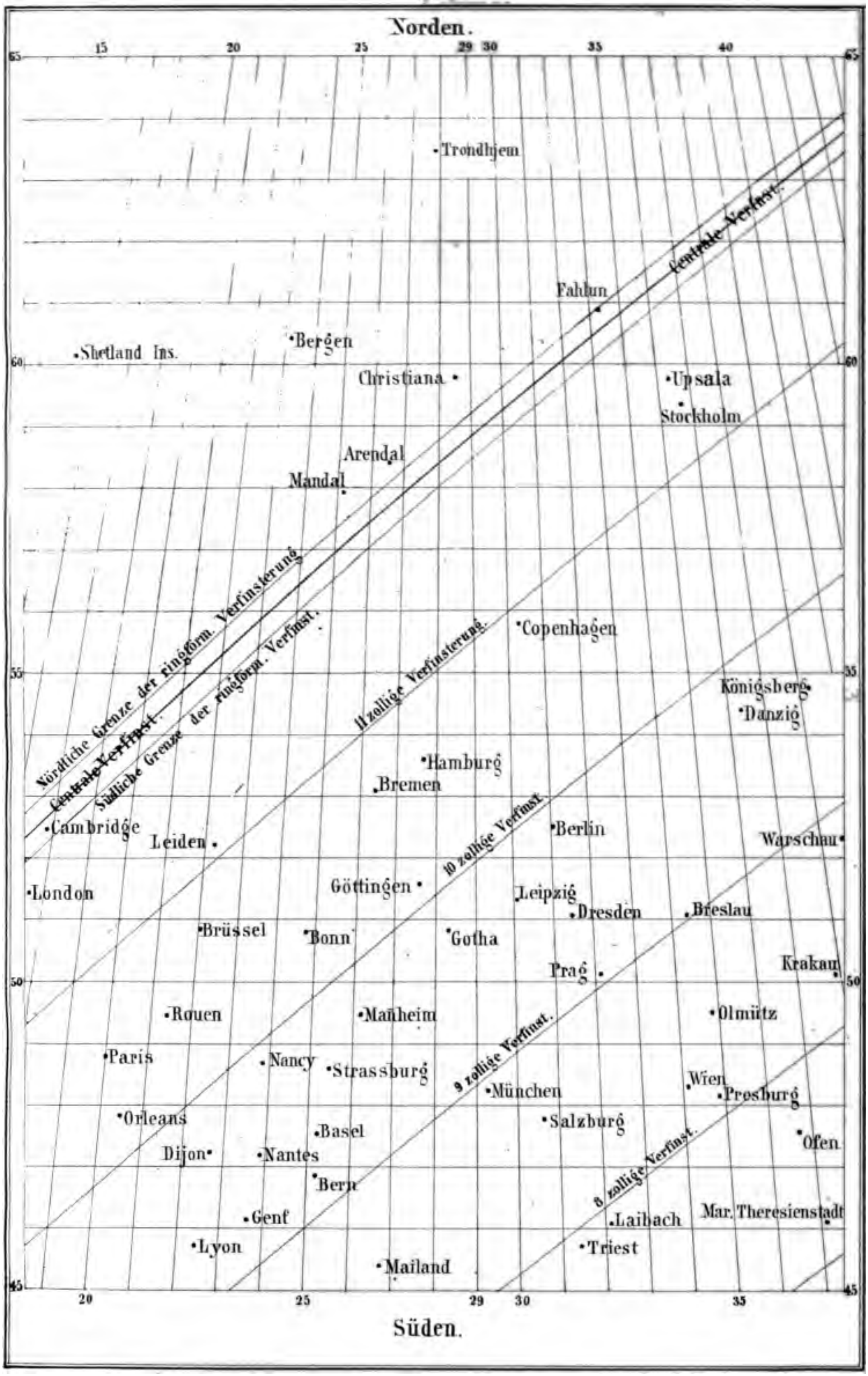
Fig. 4.





a .... Lissabon
b .... Gibraltar
c .... Dublin
d .... Edinburg
e .... London
f .... Brest
g .... Marseille
h .... Bonn
i .... Bern
k .... Mailand
l .... Christiana
m .... München
n .... Rom
o .... Neapel
p .... Palermo
q .... Leipzig
r .... Berlin
s .... Venedig
t .... Warschau
u .... Copenhagen
v .... Stockholm
w .... Königsberg

A ⊕ Anfangs-Ort der Sonnenfinsterniss.
E. ⊕ End-Ort der Sonnenfinsterniss.


Norden.
15
20
25
29 30
35
40
Trondhjem
Centrale Verfinst.
Fahlun
Shetland Ins.
Bergen
Christiana
Upsala
Stockholm
Arendal
Mandal
Nördliche Grenze der ringförm. Verfinsterung
Centrale Verfinst.
Südliche Grenze der ringförm. Verfinst.
11 zollige Verfinsterung
Copenhagen
Königsberg
Danzig
Hamburg
Bremen
Cambridge
Leiden
10 zollige Verfinst.
Berlin
Warschau
London
Göttingen
Leipzig
Dresden
Breslau
Brüssel
Bonn
Gotha
Prag
Krakau
Rouen
Manheim
Olmütz
Paris
Nancy
Strassburg
9 zollige Verfinst.
München
Wien
Presburg
Orleans
Salzburg
Basel
Ofen
Dijon
Nantes
Bern
8 zollige Verfinst.
Genf
Laibach
Mar. Theresienstadt
Lyon
Triest
Mailand
60
55
50
45
65
20
25
29
30
35
Süden.